



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - CURSO DE MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ANÁLISE REGIONAL E AMBIENTAL

PEDRO FRANÇA JUNIOR

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO PINHALZINHO II
UTILIZANDO GEOINDICADORES, UMUARAMA-PR, 1970-2009**

Maringá - PR
2010

PEDRO FRANÇA JUNIOR

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO PINHALZINHO II
UTILIZANDO GEOINDICADORES, UMUARAMA-PR, 1970-2009**

Dissertação apresentada como requisito à
obtenção do grau de Mestre em Geografia área
de concentração: análise Ambiental e Regional,
Curso de Pós - graduação em Geografia,
Universidade Estadual de Maringá-PR

Orientadora: Prof^a. Dr^a Marta Luzia de Souza

MARINGÁ-PR
2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

F814a França Junior, Pedro
Análise do uso e ocupação da bacia do córrego
Pinhalzinho II utilizando geoindicadores, Umuarama-PR,
1970-2009. / Pedro França Junior. -- Maringá, 2010.
x, 90 f. : il. color., figs., tabs., quadros.

Orientadora : Prof.^a Dr.^a Marta Luzia de Souza.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Departamento de Geografia, Programa de Pós-
Graduação em Geografia, 2010.

1. Bacia hidrográfica - Paraná (Região Noroeste). 2.
Córrego Pinhalzinho II - Umuarama, PR. 3. Geoindicadores -
Mudanças ambientais e antrópicas. 4. Degradação ambiental -
Depósitos tecnogênicos. 5. Degradação ambiental -
Geomorfologia fluvial. 6. Solos - Uso - Mudanças. 7. Erosão
- Formação Caiuá. 8. Córrego Pinhalzinho II - Umuarama, PR
- Análise ambiental - Morfométrico. I. Souza, Marta Luzia
de, orient. II. Universidade Estadual de Maringá.
Departamento de Geografia. Programa de Pós-Graduação em
Geografia. III. Título.

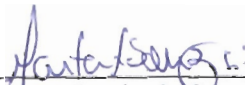
CDD 21.ed. 918.162

“ANÁLISE DA BACIA DO CORREGO PINALZINHO II UTILIZANDO
GEOINDICADORES, UMUARAMA-PR, 1970-2009”.

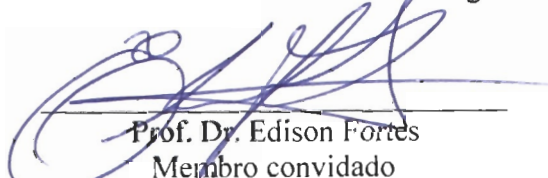
Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade
Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção
do grau de Mestre em Geografia, área de concentração:
Análise Regional e Ambiental.

Aprovada em **15 de junho de 2010.**

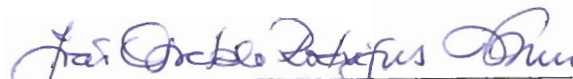
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr.ª Marta Luzia de Souza
Orientadora - UEM
Universidade Estadual de Maringá



Prof. Dr. Edison Fortes
Membro convidado
Universidade Estadual de Maringá



Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes
(membro convidado)
UNESP – Presidente Prudente

DEDICATÓRIA

Dedico a minha Família: Meu pai Pedro França e minha mãe Lucia Viviurca França, pelo o apoio em fazer o curso e as contribuições em meu conhecimento empírico;

Aos meus irmãos: Andréia, Adriana e André que sempre me deram apoio.

Aos meus cunhados: Claudemir, Edson, Dani e sobrinhos: Luan e Kaio que sempre acreditaram na minha luta.

A meus amigos de república: Alceu, Alan, João, e Ordilei pelo apoio, contribuição, nos momentos de alegrias e de stress.

A todos que me apoiaram e que acreditaram em mim, amigos, colegas do curso, familiares e em especial a minha orientadora Professora Dr. Marta Luzia de Souza por ter acreditado em mim e me aceito como seu orientado.

Dedico esta pesquisa também a “Deus”, inspirador de pensamentos positivos e sabedoria divina.

AGRADECIMENTOS

A Universidade estadual de Maringá juntamente com o programa de Pós-graduação em Geografia pelo apoio financeiro em eventos e orientações.

Ao Programa Universidade Sem fronteiras no projeto: Produção do Atlas Escolar de Cambira-PR coordenado pela professora Dr^a. Angela Maria Endlich e colaboradores, que me concederam a bolsa, para que eu conseguisse manter minhas despesas em Maringá.

A fundação Araucária pelo financiamento do projeto;

*Ao **GEMA** (Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente), pelo espaço, equipamentos, e material humano concedidos no decorrer da pesquisa.*

A professora Dr^a Marta Luzia de Souza, pela orientação, atenção e apoio em todas as etapas desta pesquisa, nos momentos de alegria e de dificuldades.

Ao professor Dr^o. Nelson Lovatto Gasparetto pelas contribuições e sugestões nos trabalhos de campo.

Aos professores coordenadores e colaboradores do Projeto: Produção do Atlas Escolar de Cambira-PR que sempre que necessitei me afastar para trabalhos de campo do mestrado compreendiam minha ausência.

Aos amigos do GEMA: Fabiana, Edinéia, Edipo, Vladimir, Eduardo, Bruno, Crislaine, Adevanilde, Fernanda Bortolatto, Everton, Vinicius (Cisso), Daiane, Karina, Diego, Isabel e em especial: Rafaela Harumi, Maria Estela, Edivando, Otávio e Ordilei pelo apoio nas pesquisas de campo e laboratório.

Aos professores Dr^o Edson Fortes e Dr^a Leonor Marcon pelas contribuições na banca de qualificação.

Aos colegas do curso de pós-graduação pela troca de experiências, formulações de pesquisas, trabalhos de campo e acadêmicos executados juntos;

Aos professores da minha carreira de graduação que sempre me deram o total apoio, para que eu fizesse o mestrado: Edson Yokoo, Mauro Parolin, Marcos Clair Bovo, Jose Antonio da Rocha entre outros do departamento de Geografia da Fecilcam.

Enfim a todos que contribuíram com minha pesquisa e desenvolvimento pessoal, gostaria de agradecer intensamente, que Deus ilumine a todos que me ajudaram e que acreditaram em mim no decorrer desta pesquisa.

Muito Obrigado !!!!!

Sumário

Lista de Figuras.....	vi
Lista de Quadros.....	viii
Lista de Tabelas	viii
Resumo	ix
Abstract	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Justificativa	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1. O Ambiente Geográfico e os Geoindicadores.....	5
2.2. A bacia hidrográfica: unidade de estudo.....	11
2.3. Processos de erosão e deposição fluvial	16
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
3.1. 1ª Etapa	17
3.2. 2ª Etapa	17
3.3. 3ª Etapa	18
3.3.1. Geoindicador 1– Vegetação: distribuição, desflorestação e mudanças do uso do solo	19
3.3.2. Geoindicador 2 - Processos de erosão e deposição fluvial	20
3.3.2.1. Processos de erosão e deposição fluvial	21
3.3.2.2. Mudanças no Padrão de Drenagem e Perfil do Canal.....	22
3.4. 4ª Etapa	23
4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-NATURAIS	24
4.1. Clima.....	24
4.2. Substrato Rochoso.....	26
4.3. Solos	31
4.4. Hidrografia	34
4.5. Geomorfologia	37
4.6. Vegetação.....	41
5. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS	44
6. RESULTADOS E SISTEMATIZAÇÃO DOS GEOINDICADORES.....	52
6.1. Vegetação: distribuição, desflorestação e mudanças do uso do solo	52

6.2.	Processos de erosão e deposição fluvial	58
6.2.1.	Depósitos tecnogênicos da área pesquisada.....	58
6.2.2.	Mudanças no padrão de drenagem	69
6.2.3.	Descrições dos perfis transversais	71
6.2.4.	Mudanças do canal em 1970 e 2009.....	76
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
8.	REFERÊNCIAS	84

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da área de estudo	3
Figura 2 Modelo esquemático 3D da bacia do Córrego Pinhalzinho II.....	12
Figura 3 - Representação simplificada do Sistema Fluvial.....	13
Figura 4 – Perfuração por sondagem e abertura de trincheiras, planícies do córrego Pinhalzinho II	21
Figura 5 - Representação do local do perfil transversal E-F	23
Figura 6 - Gráfico de Precipitação (em mm)- Série Histórica 1974-2008.....	24
Figura 7 - Precipitação mensal série histórica – 1974/2008.....	25
Figura 8 – Umuarama Gráfico da variação das temperaturas no decorrer do ano série histórica 1974-2008	26
Figura 9 – Mapa geológico da bacia do Córrego Pinhalzinho II, com fotografias localizadas	28
Figura 10 Fotografias demonstrando alguns aspectos geológicos da bacia do córrego Pinhalzinho II	29
Figura 11 – Mapa pedológico da bacia do Córrego Pinhalzinho II com fotografias localizadas.	33
Figura 12 -córrego Pinhalzinho II curso médio e curso inferior próximo de sua foz.....	34
Figura 13 – Retificação, despejos de esgoto e entulhos nas cabeceiras do córrego Pinhalzinho II	35
Figura 14 –Carta da rede de drenagem e Sub-bacias da bacia do córrego Pinhalzinho II.....	36
Figura 15 - Córrego do Cedro e ribeirão Esperança, afluentes principais do córrego Pinhalzinho II	37
Figura 16 – Vertentes da bacia do córrego Pinhalzinho II.....	38
Figura 17 - Carta Hipsométrica da bacia do córrego Pinhalzinho II	39
Figura 18 - Carta de declividade da bacia do córrego Pinhalzinho II.....	40
Figura 19 – Mapa de vegetação córrego Pinhalzinho II	43
Figura 20 - Vista aérea da área urbana de Umuarama em 1963.....	45
Figura 21 - Expedição Serra dos Dourados.....	45
Figura 22 – Chegada de colonos a Fazenda Santa Rosa – Umuarama – PR.....	46
Figura 23 - Vista aérea da região central de Umuarama (1963).....	47
Figura 24 Área urbana vista da noite e da área urbana de Umuarama do <i>Google Earth</i>	47
Figura 25 - Evolução da população de Umuarama urbana e rural 1970, 1980, 1990, 2000 e 2007	48

Figura 26 – Esquema dos lotes implementados pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, exemplo do município de Umuarama-PR/1970	53
Figura 27 - Carta do uso e ocupação do solo de 1970- bacia do Córrego Pinhalzinho II.....	54
Figura 28 - Carta do uso e ocupação do solo de 2009- bacia do Córrego Pinhalzinho II.....	55
Figura 29 – Perfil Longitudinal do córrego Pinhalzinho II, destaque para o local onde ocorrem os depósitos, e as descrições e coleta de dados	59
Figura 30 – Trabalhos de campo e formações geomorfológicas no curso médio da bacia do córrego Pinhalzinho II.....	63
Figura 31 Sondagem 1- foz do córrego Bem-te-vi	64
Figura 32 – Foto1-Sondagem 2 córrego Bonfim; Foto 2- croqui destacando os processos de deposição e erosão em 1998	65
Figura 33 Descrição trincheira1- córrego Pinhalzinho II.....	66
Figura 34 Trincheira 2- córrego Pinhalzinho II.....	67
Figura 35 A- Dragagem do canal em 1998 devido a grande quantidade de sedimentos; B- Córrego Pinhalzinho II próximo da área urbana, com processo de assoreamento em 1999....	68
Figura 36 – Perfil A-B córrego Pinhalzinho II	73
Figura 37 Localização multitemporal do perfil A-B 1970 -1998-2005 córrego Pinhalzinho II ..	73
Figura 38 – Perfil C-D córrego Pinhalzinho II	74
Figura 39 – Perfil C-D nos anos de 1970, 1998 e 2005 córrego Pinhalzinho II	74
Figura 40 - Perfil transversal E-F	75
Figura 41 - comparação das alterações num mesmo ponto do canal em 1998 e 2005 córrego Pinhalzinho II	75
Figura 42 <i>Croqui</i> representando características geomorfológicas do córrego Pinhalzinho II em 1998	77
Figura 43 Mudanças no canal em 1970- mapas de localização, perfil Longitudinal, localização de depósitos e feições erosivas	78
Figura 44 - Mudanças no canal em 2009: mapa de localização; perfil longitudinal	79
Figura 45 Mudanças geomorfológicas Pinhalzinho II setor médio 1970	80
Figura 46 Mudanças geomorfológicas Pinhalzinho II setor médio 2009	81

Lista de Quadros

Quadro 1 - Processos do meio físico	15
Quadro 2 - Geoindicadores de mudanças ambientais na bacia de estudo, adaptado de Coltrinari e McCall (1995).....	19
Quadro 3 - Quadrante de fotografias aéreas, bacia do córrego Pinhalzinho II, 1970, folha SF: 22- Y-C-V	20
Quadro 4 - Escala Geológica da área de estudo	27
Quadro 5 - Atividades modificadoras do Meio ambiente.....	44
Quadro 6 - Características principais de depósitos tecnogênicos de fundo de vale, induzidos pela erosão acelerada no planalto ocidental paulista	60
Quadro 7 - Alterações verificadas na bacia do córrego Pinhalzinho II 1970-2009	70

Lista de Tabelas

Tabela 1- Geoindicadores: influências naturais x influências humanas segundo Berger (1996) <i>apud</i> Coltrinari (2001)	8
Tabela 2- Demonstrativo de cor RGB das classes do uso e ocupação do solo.....	20
Tabela 3- Dados de temperatura máxima (1974-2008).....	25
Tabela 4- Dados de temperatura mínima.....	26
Tabela 5- Dados de temperatura média	26
Tabela 6- População de Umuarama 1970-2007.....	49
Tabela 7- Percentual dos usos em 1970 e 2009 na bacia do córrego Pinhalzinho II	53

Resumo

O objetivo desta dissertação foi a realização do levantamento de geoindicadores, com o intuito de caracterizar as mudanças naturais e/ou antrópicas em função do uso e ocupação do solo no decorrer de 1970 a 2009. O ambiente de estudo foi a bacia do córrego Pinhalzinho II, que abrange os municípios de Umuarama e pequena parcela de Cruzeiro do Oeste, situados na região noroeste do Paraná. Este córrego é afluente do rio Goio-erê afluente da margem direita do rio Piquiri. Esta área foi escolhida devido ao histórico de problemas ambientais relacionados com os processos erosivos, relatados pela mídia e pesquisadores da região. Para a efetivação desta pesquisa utilizou-se os geoindicadores que caracterizam mudanças naturais e antrópicas no decorrer de um ciclo de vida humana. Dos geoindicadores analisados na bacia o primeiro foi o de vegetação- relacionado com a distribuição, desflorestação e mudanças do uso do solo, foi levantado por meio do mapeamento multitemporal de 1970 e 2009 para comparar quali-quantitativamente às principais mudanças ocorridas no uso do solo e ocupação relacionados com a degradação do ambiente. O segundo geoindicador levantado, está relacionado com os processos de erosão e deposição fluvial, foi caracterizado pelas mudanças no padrão de drenagem e perfil do canal da bacia em análise. Para este geoindicador foram efetuados perfis transversais no canal, caracterização dos depósitos tecnogênicos/aluvionares por meio de sondagens e trincheiras, além de mapeamentos multitemporais das mudanças qualitativas do canal. Os depósitos tecnogênicos, testemunharam a dinâmica dos processos erosivos desencadeados pelas mudanças do uso do solo, e naturalmente, devido às características ambientais locais. Entretanto, com a ocupação humana a degradação do meio físico se intensificou com o desmatamento, a impermeabilização urbana, os processos erosivos, a poluição hídrica entre outros. Toda esta degradação provocou modificações no sistema hidrográfico, que foram observadas nos levantamentos e análises de ordem morfométrica, sedimentar e hídrica, que proporcionaram uma readaptação natural do sistema hidrográfico a uma nova condição estabelecida pelo agente antrópico.

Palavras chave: mudanças do uso do solo, geoindicadores, bacia hidrográfica, córrego Pinhalzinho II, depósitos tecnogênicos.

Abstract

The objective of this dissertation was the creation of the survey geoindicators in order to characterize the natural changes and/or anthropogenic depending on the use and occupation of land during 1970-2009. The study environment was the basin of the Pinhalzinho II stream, including the municipal Umuarama and small portion of Cruzeiro do Oeste, located in the northwest of Paraná. This stream is a tributary of the Goio-ere river tributary of the right bank of the Piquiri river. This area was chosen due to the history of environmental problems related to erosion, reported by the media and researchers in the region. To carry this research used the geoindicators characterizing natural and anthropogenic changes in the course of a cycle of human life. Geoindicators analyzed in the basin of the first was the vegetation-related markets, deforestation and changing land use, was raised by means of multitemporal mapping of 1970 and 2009 to compare qualitative and quantitatively the major changes in land use and occupation, beyond consequences for the environment. The second Geoindicators is related to the processes of fluvial erosion and deposition, characterized by changes in drainage pattern and profile of the channel. For this geoindicators cross sections were performed in the channel, characterization of the deposits tecnogenic / alluvial through polls and trenches, and multitemporal mapping of qualitative changes of the channel. Tecnogenic deposits, testify to the dynamics of erosion triggered by changes in land use. Changes in land use can be triggered naturally, due to local environmental characteristics. However, with human occupation degradation of the physical environment has intensified with deforestation, sealing urban erosion processes, water pollution, among others. All this degradation caused changes in river system, which were observed in the surveys and analysis of morphometric order, sediment and water, which provided a natural river system upgrading to a new condition set by anthropic agent.

Key words: land use changes, geoindicators, watershed, stream Pinhalzinho II, tecnogenic deposits.

1. INTRODUÇÃO

As alterações da paisagem dentro de uma abordagem natural são significativas quando analisadas num período longo, lugares antes áridos passam a formar grandes florestas, e áreas onde encontram-se oceanos profundos podem formar cadeias de montanhas. As mudanças naturais da ocupação do solo são alteradas conforme ocorrem modificações das condições ambientais locais, de acordo a dinâmica terrestre.

Esta dinâmica terrestre, após o surgimento da raça humana, passou a ter modificações nas características do lugar, ou seja, no desenvolvimento da ocupação o homem passou a dominar seu espaço, impelindo nele suas características e usufruindo de seus recursos conforme suas necessidades. Uma das mais importantes alterações provocadas pelo homem no meio natural é a modificação da cobertura do solo, ao retirar a vegetação natural, e introduzir outra atividade, altera-se uma dinâmica própria instaurada pelas características naturais do lugar.

O uso do solo pode ser entendido como as práticas ou manifestações objetivadas com diversas funções. Algumas áreas são destinadas à mineração, áreas urbanas, cultivos agrícolas, estradas, entre outras funções como a preservação ambiental da fauna e flora.

Observando-se as inúmeras reportagens atuais na mídia sobre as mudanças ambientais expressivas no meio ambiente, constata-se que estas podem decorrer por processos naturais e/ou antrópicos. Os processos naturais de degradação do meio físico são produzidos sem a interferência humana, como: tempestades, vendavais, terremotos e vulcanismo. Entretanto os problemas ambientais decorrentes de enchentes, poluição hídrica, resíduos sólidos, desmatamento, despejo de efluentes domésticos e industriais, em muitos casos são oriundos das transformações ações antrópicas que alterando indiretamente o ambiente.

Todos estes agravantes citados são decorrentes das mudanças do uso e ocupação, que se intensificam dependendo do grau de alteração e do impacto ao ambiente que a ação antrópica pode assumir.

Assim, conforme o reconhecimento dos lugares e a identificação dos eventuais problemas de degradação ambiental tornam-se de fundamental importância a formulação de novas técnicas de pesquisas para estudos do meio físico e a averiguação destes ambientes para pesquisas científicas. Um exemplo para os estudos ambientais recentes é a utilização de geoindicadores ambientais.

A utilização dos geoindicadores pode auxiliar na preservação ambiental se houver interesse político, além de colaborar para a prevenção de problemas relacionados com as

mudanças na ocupação de algumas áreas e o possível reconhecimento de locais para o planejamento urbano e rural.

Diante do exposto anteriormente, o objetivo principal desta dissertação foi realizar um levantamento de geoindicadores na bacia do córrego Pinhalzinho II com o intuito de caracterizar as mudanças naturais e/ou antrópicas ocorridas na bacia, em função do uso e da ocupação do solo no decorrer do período entre 1970 a 2009.

A bacia do córrego Pinhalzinho II está localizada na região Noroeste do Estado do Paraná, abrangendo partes dos municípios de Umuarama e Cruzeiro do Oeste. Encontra-se nas coordenadas geográficas: 23° 47'55"S de latitude e 53°18'48"W de longitude, e altitude média em relação ao nível do mar de 430 metros. Sua área é de aproximadamente 180km² e compreende grande parte da área urbana de Umuarama, aproximadamente 12km². Algumas rodovias importantes do Noroeste do Estado cortam a bacia: PR 323 ligação com Cruzeiro do Oeste, PR 482 Maria Helena, PR 489 Xambrê, PR 468 Mariluz, e BR 272 que liga Umuarama à Guaira (Figura 1).

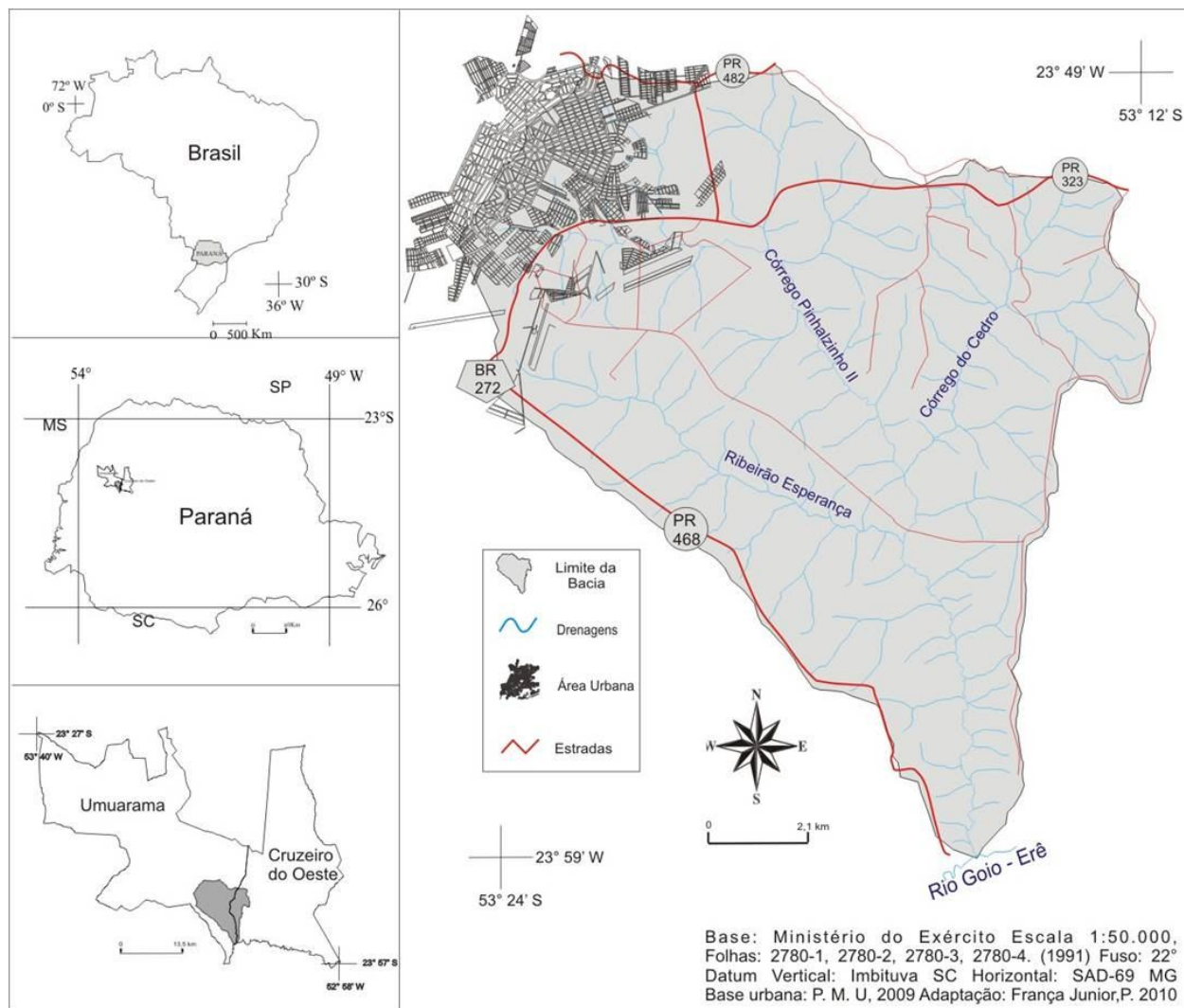


Figura 1 - Localização da área de estudo

1.1. Justificativa

A escolha da bacia supracitada como objeto de estudo foi devido ao histórico de ocorrências de alterações ambientais na área, mencionados em teses e artigos científicos; Gasparetto (1999), Nakashima (2000), Souza (2001); Cunha (2002) e Gasparetto e Souza (2003); e também na mídia em vários jornais locais e arquivos pessoais de pesquisadores.

Estes artigos e notícias de jornais tratam de assuntos que vão desde a destruição de obras de engenharia de grande porte como pontes e ruas, devido à presença de feições erosivas, desmatamentos generalizados de áreas de proteção ambiental até a ocorrência de assoreamentos nos cursos d'água que dificultam o abastecimento dos usuários da bacia (Anexos).

A bacia hidrográfica é uma unidade da paisagem dentro do espaço geográfico, ela funciona como um sistema interativo, ou seja, uma modificação em um de seus elementos leva a uma alteração no seu sistema (Charlton, 2008).

No caso da bacia do córrego Pinhalzinho II, após uma investigação preliminar visual na área, na qual se observou uma degradação ambiental na geomorfologia do canal causado pelas alterações dos usos do solo, optou-se por desenvolver a pesquisa com o emprego dos geoindicadores.

Esta pesquisa buscou evidenciar a resposta ao seguinte questionamento: a degradação ambiental observada é oriunda do desenvolvimento natural, da ação antrópica, ou de ambas no sistema hidrográfico?

Esta pesquisa desenvolvida fez parte de um projeto maior denominado “Estudo dos indicadores ambientais em bacias hidrográficas da região Noroeste do Paraná”. Este tem por objetivo, identificar os indicadores ambientais em bacias hidrográficas localizadas principalmente nas regiões Norte-Central e Noroeste do Estado do Paraná, em especial onde estão localizados os campus da Universidade Estadual de Maringá. O local onde desenvolveu-se a pesquisa está inserido o Campus da UEM de Umuarama, a qual disponibilizou sua infraestrutura para algumas análises de laboratório.

O Projeto citado teve o apoio de financiamento da Fundação Araucária por meio do convênio 319/2007 e CNPQ/ processo N° 473253/2007. O apoio de infraestrutura física desta pesquisa foi cedido pelo GEMA - Grupo de Estudos Multidisciplinar do Ambiente da Universidade Estadual de Maringá, onde foram utilizados os equipamentos para os levantamentos de dados em campo e para as análises de laboratório.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta parte da dissertação trata dos fundamentos teóricos e conceitos que nortearam a pesquisa desenvolvida. Foram abordados aspectos relacionados aos fundamentos conceituais dos geoindicadores em pesquisas ambientais desenvolvidas em bacias hidrográficas e unidades territoriais nacionais e internacionais. Assim, como a escolha da bacia hidrográfica como unidade de análise, desenvolveu-se um texto conceitual, demonstrando as variáveis e os elementos fundamentais para o funcionamento desta unidade de paisagem.

2.1. O Ambiente Geográfico e os Geoindicadores

O mundo no qual vivemos após a revolução industrial, a partir de meados do século XVIII na Inglaterra, ocasionou um conjunto de mudanças de cunho tecnológico nos processos produtivos em nível econômico, social e ambiental. As pessoas começaram a ganhar pelo trabalho efetuado, a sociedade começou a se dividir em classes e o ambiente passou a tolerar as alterações impostas pelo homem, com a exploração e a poluição sem controle dos recursos naturais.

Também decorrentes destes fatos, foram os problemas causados pelo aumento populacional e a industrialização; para dar suporte a esta demanda ocorreram à utilização desenfreadas das matérias primas extraídas dos recursos naturais. A produção das indústrias gerou resíduos que, na grande maioria dos lugares, contaminaram a atmosfera, os solos e as unidades aquíferas.

Partindo das mudanças ambientais recentes, Ross (1997) salienta que a partir deste avanço industrial e tecnológico, as mudanças ambientais aumentaram significativamente. A população mundial cresceu em bilhões por século, e a exploração dos recursos do meio de forma exponencial. Mudanças climáticas, efeito estufa, ilhas de calor, incêndios, secas, inundações, tempestades (furacões, tornados, ciclones) e inúmeros outros problemas que decorreram das mudanças ambientais no mundo todo.

A Geografia é a ciência do espaço que relaciona os componentes da transformação ambiental e transpõe todas estas mudanças ocorridas numericamente por meio de dados e fatos que ocorreram, retratando o cenário atual do ambiente. Esta se configura como uma ciência dinâmica capaz de explicar fatos e fenômenos que ocorrem no sistema da Terra abrangendo o homem, o espaço e a natureza como seu objeto de estudo.

Recentemente as pesquisas geográficas partem do cunho das transformações provocadas pelo homem e pelas mutações naturais do meio. Estas são diariamente calculadas, medidas e armazenadas em banco de dados para prognósticos e possíveis previsões. Diversas

são as variáveis para se averiguar as transformações naturais, têm-se como exemplos: climatológicas, hidrológicas, morfométricas, granulométricas, datações de sedimentos, entre outras. Os levantamentos, destas variáveis, são necessários para o desenvolvimento de metodologias que visam analisar a degradação ambiental oriundas de alterações antrópicas ou até mesmo naturais.

Diversos autores vêm propondo metodologias que enfatizassem as mudanças recentes ocorridas no meio ambiente. A partir de distintas conferências, houve discussões sobre as mudanças ambientais recentes que estavam ocorrendo no cenário mundial, e desta forma surgiram estudos que propuseram o conceito e a utilização de geoindicadores e indicadores ambientais. Esta nova forma de abordagem abrangeria fenômenos e eventos geológicos, que ocorressem no meio natural, mas que atualmente sofrem interferência antrópica no tempo decorrente de até um século.

Coltrinari (1995) enfatiza que o uso de geoindicadores como instrumento de avaliação do estado dos ecossistemas e da sociedade iniciou-se no final da década de 1940, mas o marco da atual fase de discussões sobre o ambiente natural e sua sustentabilidade foi à publicação, em 1987, do relatório *Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987)*, no Canadá.

Coltrinari e McCall (1995) salientaram, que a partir de 1994 através da Comissão de Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental (COGEOENVIRONMENT) e da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), foram sugeridos os geoindicadores com a função de auxiliar no diagnóstico das evidências geológicas e geomorfológicas e os processos que originam mudanças de curto prazo e que podem oferecer informações valiosas sobre os sistemas ambientais em diversos intervalos de tempo.

A mesma comissão definiu o conceito de geoindicadores expresso abaixo:

“Os geoindicadores são medidas de magnitudes, frequências, taxas e tendências de processos ou fenômenos geológicos, que ocorrem em períodos de cem anos ou menos, ou próximo a superfície terrestre e podem apresentar variações significativas para avaliação e compreensão das mudanças ambientais rápidas”.

Os geoindicadores baseiam-se em conceitos e procedimentos padrão, podendo ser usados para evidenciar mudanças em ambientes fluviais, costeiros, desérticos, montanhosos, de geleiras, entre outros. Tem o objetivo de auxiliar no início das pesquisas, podendo em muitos casos necessitar da integração de vários indicadores ao mesmo tempo. Esta abordagem deverá ser revisada e aperfeiçoada sempre que se achar necessário com o intuito de atender as expectativas geradas e as novas necessidades que venham a surgir no decorrer da pesquisa

(BERGER, 1997).

O mesmo autor ainda relata que o conceito de geoindicadores reúne ferramentas normativas a Geomorfologia, Hidrologia, Geoquímica, Geofísica, Sedimentologia, e outras áreas em um formato útil a profissionais ambientais e administradores, convencendo da importância de estudar os processos geológicos rápidos e determinar a condição da paisagem e dos ecossistemas; avaliando impactos ambientais, monitorando ecossistemas, e inspecionando o desenvolvimento de atividades como mineração, silvicultura e a construção.

Na proposta de levantamento dos geoindicadores segundo Berger (1996) foi elaborada uma lista com 27 indicadores para analisar as influências naturais e induzidas pelo homem na modificação das paisagens.

Cada geoindicador é identificado pelo nome, descrição, significado, causa (humana ou natural), ambiente onde se aplica, tipos de sítios de monitoramento, escala espacial, método de medição, frequência de mensuração, limitações na aquisição de dados e para monitoramento, aplicação ao passado e ao futuro, limiares possíveis, referências básicas e outras fontes de informação, os aspectos ambientais e geológicos relacionados, acompanhados de uma avaliação global (COLTRINARI, 2001b).

A tabela 1 mostra a descrição de cada geoindicador e sua influência natural ou antrópica. Esta tabela pode fornecer inúmeras informações para as mais diversas pesquisas do meio natural ou antropicamente modificado. Por meio dos geoindicadores, os pesquisadores podem elaborar novas técnicas ou utilizar de metodologias já efetuadas para buscar resultados que mostrem a degradação de uma área. Também pode-se utilizar de dados coletados por meio de fotografias aéreas, imagens de satélite, dados climatológicos, estatísticos, datação, dentre outros.

Para Berger (1997, p.36) os geoindicadores devem contribuir na resposta a quatro questões básicas:

- O que está acontecendo no ambiente? (condições e tendências);
- Por que está acontecendo? (causas, humanas e/ou naturais);
- Por que é importante? (efeitos ecológicos, econômicos e na saúde);
- O que se pode fazer acerca disso? (implicações no planejamento e nas políticas).

Tabela 1- Geoindicadores: influências naturais x influências humanas segundo Berger (1996) *apud* Coltrinari (2001)

Geoindicador	Influência natural	Influência humana
Química e padrões de crescimento dos corais	*	*
Crosta e fissuras na superfície do deserto	*	+
Formação e reativação de dunas	*	+
Magnitude, duração e frequência das tempestades de poeira	*	+
Atividade em solos congelados	*	+
Flutuações das geleiras	*	-
Qualidade da água subterrânea	+	*
Química da água subterrânea na zona não saturada	*	*
Nível da água subterrânea	+	*
Atividade cárstica	*	+
Nível e salinidade dos lagos	*	*
Nível relativo do mar	*	+
Seqüência e composição dos sedimentos	*	*
Sismicidade	*	+
Posição da linha de costa	*	*
Colapso das vertentes (escorregamentos)	*	*
Erosão de solos e sedimentos	*	*
Qualidade do solo	+	*
Fluxo fluvial	*	*
Morfologia dos canais fluviais	*	*
Acumulação e carga de sedimentos nos rios	*	*
Regime da temperatura em sub-superfície	*	+
Deslocamento da superfície	*	+
Qualidade da água superficial	*	*
Atividade vulcânica	*	-
Extensão, estrutura e hidrologia das áreas úmidas	*	*
Erosão eólica	*	+
* Muito influenciado (a) por, ou muito útil para;		
+ Pode ser influenciado (a) por, ou serve para;		
- Não é importante ou não tem utilidade. A tabela ilustra, de forma geral, os papéis relativos das mudanças naturais e induzidas pelo homem na modificação das paisagens e os sistemas geológicos.		

Fonte: Berger (1996) *apud* Coltrinari (2001)

No ano de 1987, a *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) apresentou uma proposta de inclusão dos diversos indicadores já existentes na gestão ambiental (Bolmann, 2001). Em 1989, a *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD), numa postura semelhante à da UNESCO, propôs o uso de indicadores ambientais nas tomadas de decisões sociais e econômicas em função da crescente preocupação com as questões ambientais e da necessidade de muitos países e setores da comunidade em buscar “o desenvolvimento sustentável” (OECD,1993).

Nesse período, a definição de indicadores ambientais já era semelhantemente empregada pela *Environmental Protection Agency* (EPA, 2006), como sendo um valor numérico derivado de medições da pressão, estado ou condição ambiental, ecológica ou saúde

humana, em um domínio geográfico específico, cuja tendência representa a evolução do meio ambiente. Conforme a definição em discussão, os geoindicadores visam representar a evolução do meio ambiente, mas para a obtenção dessas informações é necessária a aquisição de indicadores específicos que representem os componentes do meio. O agrupamento dessas informações permite determinar o estado ambiental, e tais ações impulsionam o desenvolvimento de vários indicadores (HIRAI; AUGUSTO FILHO, 2008).

Os geoindicadores sendo uma abordagem metodológica recente, já apresentam os resultados das suas aplicações em várias pesquisas científicas, tanto em bacias hidrográficas como em unidades territoriais. Sendo assim, procurou-se sintetizar nesta pesquisa o relato de alguns trabalhos, que foram descritos de forma cronológica com o local onde foram efetuados e algumas de suas características com o uso de geoindicadores.

Rufino (2002) utilizou os conceitos de indicadores ambientais em um determinado ambiente, que o permitiu comparar entre sistemas, as pressões existentes, avaliar tendências ao longo do tempo de seu estado, bem como das respostas sugeridas aos dirigentes e a sociedade. A proposta foi efetuada em Tubarão - SC, onde foi diagnosticado o nível de qualidade ambiental do local de estudo.

Campagnoli (2002) utilizou de geoindicadores para avaliar os diversos ambientes lacustres e de drenagens em São Paulo / Brasil (Alta bacia do Tietê, represa do Guarapiranga no rio Grande), identificando por meio de técnicas próprias a produção de sedimentos e mapeamentos geomorfológicos. Desta forma, identificou-se as áreas assoreadas, que contribuíram para o planejamento ambiental das áreas pesquisadas.

Osterkamp (2002) utilizou geoindicadores na análise de bacias fluviais, observando a descarga de sedimentos, frequência de inundações, movimentações de encostas, densidade de drenagem em regiões tropicais, onde o volume de água e as precipitações são intensos. Por meio deste artigo o autor mostrou a constatação de diferentes frequências de deposição e alteração no regime sedimentológico das regiões tropicais no mundo.

Gupta (2002) estabelece correlações entre o crescimento demográfico mundial e as alterações ambientais causadas por este fenômeno. Observou alterações hidrológicas, geomorfológicas, climáticas, vegetais, e atmosféricas. A intensidade e a rapidez destas requerem um cuidado especial, com avaliações frequentes. No ambiente tropical os problemas tendem a ser ampliados devido as precipitações intensas. Desta forma, a fim de diagnosticar e medir estas alterações, o autor utilizou os geoindicadores. Neste artigo científico apresenta-se uma relação dos geoindicadores que poderiam ser usados para avaliar estes impactos.

Rego Neto (2003), introduziu a escolha de geoindicadores aos processos de

reparcelamento do solo em uma área situada no nordeste da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis -SC. A pesquisa mostrou que a integração dos geoindicadores com o reparcelamento do solo, em áreas frágeis e/ou de forte dinâmica ambiental, permite o desenvolvimento urbano ético, por possibilitar o desenvolvimento econômico com equidade social e a infraestrutura necessária, mantendo o ambiente natural saudável para as próximas gerações.

Rudorff (2005) utilizou os geoindicadores para avaliação ambiental da zona costeira na cidade de Florianópolis-SC. Esta área vem sofrendo a pressão do avanço urbano e turístico que desencadeou inúmeros problemas ambientais. Ele utilizou as técnicas de avaliação de zonas costeiras diagnosticando a suscetibilidade ambiental de cada área estudada.

Briguenti (2005) desenvolveu seu trabalho no município de Campinas – SP dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão Anhumas, a qual aplicou o modelo de geoindicadores de Pressão-Estado-Resposta (PER). O autor utilizou os geoindicadores buscando analisar o avanço espacial urbano sobre as unidades físico-ambientais-integradas, e também efetuou a caracterização geomorfológica da bacia através de técnicas de Geoprocessamento. Desta forma, o autor, obteve um diagnóstico ambiental de cada área pesquisada com seus problemas ambientais.

Souza (2005) levantou os geoindicadores de 1989 a 2004, na bacia hidrográfica Águas de Miringuava, distrito de Floriano Maringá-PR para efetuar uma análise das mudanças ambientais ocorridas pelo uso e ocupação do solo. A dissertação diagnosticou que os processos antrópicos interferiram na região, e os geoindicadores remetem uma forma de abordagem capaz de identificar mudanças ambientais no cenário espacial de qualquer local.

Canil (2006) utilizou os indicadores ambientais para a formulação e sistematização de indicadores morfodinâmicos e de intervenções antropogênicas (uso e ocupação do solo) na bacia do Ribeirão Pirajuçara - SP. Esta bacia foi escolhida devido à existência de áreas significativas de produção de sedimentos e do histórico de ocorrências de inundações. Este trabalho contribuiu para subsidiar a elaboração de planos de monitoramento para prevenção e controle de processos morfodinâmicos em bacias hidrográficas em áreas urbanas ou rurais.

Biz (2009) utilizou esta forma de abordagem para a aplicação de um sistema de avaliação ambiental no município de Floresta - PR. Nesta dissertação efetuou-se a sistematização do processo histórico, socioeconômico, da evolução da paisagem rural e urbana, bem como da dinâmica populacional ocorridos no município e as conseqüências destas transformações. A autora utilizou-se o modelo PER pela sua objetividade, e devido a sua simplicidade na avaliação de indicadores ambientais locais, que permitirá um

monitoramento ambiental da área e poderá servir como uma ferramenta para possíveis decisões de planejamento para o município.

Procurou-se nesta síntese de referenciais teóricos sobre os conceitos e aplicações dos geoindicadores e indicadores ambientais, o conhecimento básico sobre a metodologia a ser empregada na pesquisa. Compreende-se que eles podem ser aplicados a qualquer ambiente, desde que se tenha um conhecimento prévio dos problemas que ocorrem na região. Desta forma, foram escolhidas as técnicas mais precisas para a avaliação do ambiente a ser pesquisado.

2.2. A bacia hidrográfica: unidade de estudo

A bacia hidrográfica, segundo Christofolletti (1981), Schumm *et al.* (1987), Ángel (2005) e Charlton (2008), entre outros, pode ser considerada um sistema aberto com características intrínsecas do meio físico. A interação entre os elementos do meio físico: solos, clima, rochas, vegetação e relevo, condicionam no tempo geológico características peculiares ajustadas à paisagem. Pode-se considerar que a morfologia regional da bacia é uma consequência das adaptações do sistema de drenagem às condições litológicas e ambientais do local.

O sistema fluvial de uma bacia relaciona-se com vários elementos e processos do meio físico que se inter-relacionam, como vertentes, rede de canais de drenagens e planície de inundação, eles dinamizam a bacia com a produção de sedimentos, com vazões diferenciadas, entre outras funções. A figura 2 mostra um modelo esquemático da bacia hidrográfica do córrego Pinhalzinho II em terceira dimensão (3D), salientando a variação hipsométrica.

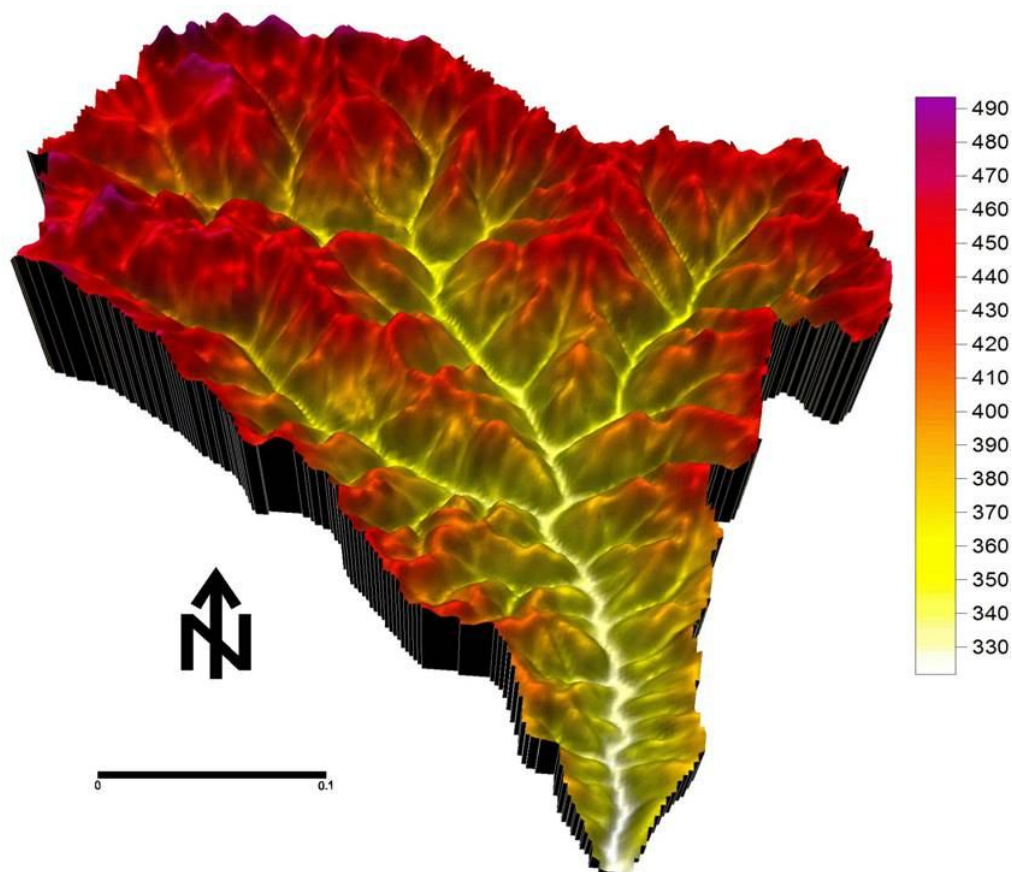


Figura 2 Modelo digital de elevação do terreno, bacia do Córrego Pinhalzinho II

As entradas de energia (*outputs*) da bacia são a água e os sedimentos. Segundo Charlton (2008), a maioria da energia necessária para promover o sistema é obtida por meio dos processos atmosféricos que evaporam e condensam a água, que retorna em formato de chuva. A ação da gravidade move a água precipitada criando um fluxo de energia pelo sistema, que gradativamente vai sendo gasta ao movimentar-se levando os fluidos com sedimentos pela rede de drenagem. A morfologia do sistema fluvial é condicionada pelo sistema de processo-resposta, ou seja, os processos amoldam as formas e as formas influenciam o modo nos quais os processos operam (Figura 3).

Segundo o modelo proposto na figura 3, um sistema fluvial é composto de variáveis. Estas se modificam através do tempo, onde são inclusos: densidade de drenagem, ângulo da vertente, tipo de solos, descarga de fluxos, percentual de sedimentos, padrão do canal e profundidade do canal. Todas estas variáveis internas são controladas ou influenciadas através das variáveis externas. Ao contrário das internas, as variáveis externas (clima, tectônica, nível de base e atividades humanas) não são influenciadas pelo que está entrando no sistema fluvial.

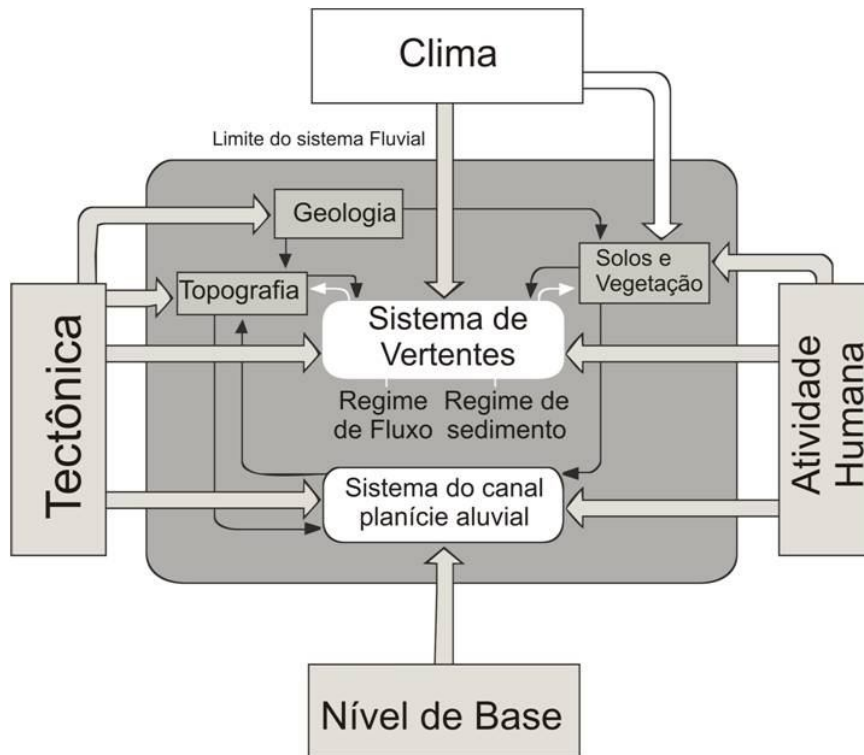


Figura 3 - Representação simplificada do Sistema Fluvial

Fonte: Charlton (2008), adaptado pelo autor

Os controles externos da bacia são os reguladores do sistema inteiro. Qualquer mudança em alguma destas variáveis conduzirá numa sucessão complexa de mudanças e ajustes dentro do sistema fluvial.

O clima é uma das variáveis externas que descreve as flutuações atmosféricas, esta está em constante modificação, principalmente nas alterações sazonais e inter-anuais. Outras características climáticas incluem a frequência dos eventos dos tipos, tempestades e secas que se constatadas com eventuais frequências podem conduzir às modificações climáticas locais.

A tectônica de placas, segundo Charlton (2008) nos remete as forças de origem interna que deformam a crosta da Terra. Estas forças podem conduzir aos soerguimentos, subsidências, arqueamentos, fraturamentos e falhamentos do substrato rochoso, que influenciam a formação do sistema fluvial.

O nível de base, segundo o mesmo autor, é o nível topográfico do qual um canal não pode erodir. Em geral, na maioria dos rios geralmente o nível de base é o nível do mar. Se houver uma alteração no nível de base em relação à superfície da terra, a energia estará disponível para dirigir o fluxo e os movimentos dos sedimentos. Reciprocamente, uma relativa elevação do nível de base, provoca uma queda da energia disponível, resultando em

deposição nas áreas inferiores do canal, com o passar do tempo estes efeitos podem ser propagados rio acima por uma sucessão complexa de ajustes internos.

A atividade humana é apontada por Charlton (2008), como uma influência crescente em sistemas fluviais durante os últimos 5000 anos, especialmente na atualidade. Atividades dentro da bacia fluvial como o desmatamento, agricultura e mineração, afetam o fluxo de água e produção de sedimentos, denominadas de atividades indiretas ou difusas. Os canais também são modificados diretamente quando a calha do canal é alterada.

Atualmente em uma escala sem precedente existem muito poucos rios que não foram afetados de algum modo pelos efeitos diretos e indiretos da atividade humana. Pode ser discutido atualmente que, sob algumas circunstâncias, a atividade humana pode ser considerada como uma variável interna e externa por alguns autores.

Urban (2002) sugere que a intervenção humana direta, pode ser classificada frequentemente como uma variável interna, embora seja mais apropriado considerar atividades humanas indiretas como externas. Avanços em tecnologias durante o último século significaram construções de represas, ampliação do canal para navegação e controle de inundação, reordenação do canal, e edificação de diques de inundação e outras obras de engenharia que podem modificar o padrão dos canais.

O tempo é uma variável controladora importante, toda bacia fluvial tem um legado histórico que é o resultado de mudanças passadas que aconteceram na bacia. Isto inclui o efeito cumulativo de processos como erosão, transporte e deposição por períodos longos de tempo.

Todas as variáveis internas do sistema fluvial, segundo Charlton (2008), são ajustáveis porque a operação delas é regulada pelos controladores externos da bacia. Eles também são influenciados por uma maior ou menor interferência por meio de outras variáveis internas. As relações entre variáveis são tão complicadas, que pode ser muito difícil de isolar o efeito de uma variável em outra.

A natureza hierárquica do sistema fluvial significa que as variáveis operam em todos os níveis de escala. Por exemplo, o clima afeta o tipo de cobertura vegetal e pode desencadear processos erosivos na vertente, que em troca determina a oferta de sedimentos que pode influenciar o padrão de canal, que também pode afetar a dinâmica do fluxo do canal que governa o movimento de grãos individuais.

Este exemplo hipotético pode ser considerado um processo que não é de mão única, ou seja, por longos períodos de tempo, o efeito cumulativo de processos como a erosão e o depósito de grãos individuais, pode conduzir a mudanças significativas de um determinado

sistema fluvial. Como por exemplo, as mudanças no padrão de canal que com o passar do tempo, por períodos de centenas de milhares de anos, pode ajustar o declive do vale de um rio inteiro.

Para o entendimento sistemático do sistema fluvial, Charlton (2008) propôs a divisão do sistema fluvial em três zonas (produção, transferência e deposição), sendo cada uma um sistema de processo-resposta com suas próprias contribuições e produções.

A **zona de produção** de sedimentos nas cabeceiras de drenagem é onde a maioria dos sedimentos origina-se, podendo ser transportados pelo escoamento superficial das vertentes, por processos de erosão, movimentos de massa e solos. Estes materiais são movidos então pela rede de drenagem até a **zona de transferência** de sedimentos, onde as ligações entre o canal e as cabeceiras de drenagem, e conseqüentemente a produção de sedimentos, não são tão fortes. Quando o gradiente do rio diminui e a energia disponível para transporte de sedimentos reduz-se, é a chamada **zona de deposição** do sedimento. Na realidade, só uma proporção de todo sedimento que é produzido alcança a saída da bacia.

Este embasamento teórico sobre o sistema fluvial permitiu compreender algumas alterações diagnosticadas na bacia hidrográfica em estudo. Para finalizar esta breve revisão sobre a bacia hidrográfica como uma unidade de estudo, apresenta-se o quadro 1 que exemplifica os processos do meio físico, dentro de um sistema hidrográfico e suas características.

PROCESSOS DO MEIO FÍSICO	
Processos da Atmosfera • Circulação da água no ar • Circulação de partículas e gases na atmosfera Processos da hidrosfera • Escoamento das águas em superfície; • Inundação; • Movimento de sub-superfície;	Processos da litosfera 1. Endógenos - Potencialização e desencadeamento de sismos; 2. Exógenos • Intempéricos - o Carstificação - o Circulação de gases no solo e na água; - o Expansão de solo e rocha; - o Interações físico-químicas na água, no solo e na rocha; - o Processos Pedogenéticos; • Movimento de Massa - o Corrida de massa - o Deposição de sedimentos ou partículas - o Erosão eólica; - o Erosão pela água; - o Escorregamento; - o Movimento de bloco - o Rastejo de solo - o Subsidência

Quadro 1 - Processos do meio físico
Fonte: Adaptado de Fornasari Filho *et al* (1992)

2.3. Processos de erosão e deposição fluvial

Os estudos sobre depósitos tecnogênicos no Brasil datam de períodos bem recentes, retratando o homem (*Homo sapiens*) como agente transformador. Assim como as intempéries, as forças endógenas e exógenas da terra, o homem tem a capacidade de alterar e ser considerado um agente transformador geológico local. Os ambientes tecnogênicos compreendem os ambientes transformados pela agricultura, urbanização, mineração e as mais diversas obras, como estradas, barragens e reservatórios, portos, etc.

Para Nakazawa *et al.* (1994) *apud* Pellogia (1997): *aos problemas já desencadeados no campo, com a sua ocupação intensiva, a partir da década de 1950 agrega, com suas complexas interrelações entre a cidade e seu ambiente físico, novos e variados problemas. Estes problemas se fazem sentir pelos sobrecustos da consolidação e manutenção das cidades, pela degradação ambiental e, também, pelo desconforto e risco de vida impostos a parcelas significativas da população [...] Erosões intensas, assoreamento de rios e de reservatórios, poluição de mananciais, escorregamentos em encostas e outros problemas induzidos pela urbanização tornam fundamental o entendimento dos processos de uso e ocupação do solo em associação com os processos de meio físico, para o seu enfrentamento eficaz.*

Bigarella e Mousinho (1965) descreveram os terraços fluviais, rampas e colúvios formados pela erosão antropogênica, entretanto, somente nos anos de 1990 que os fundamentos brasileiros da teoria do tecnógeno passaram a serem construídos, destacando-se, do ponto de vista teórico e filosófico, os trabalhos de Rohde (1996) *apud* Pellogia (1998a, b).

Estudos sobre a forma de ocorrência e a composição de depósitos tecnogênicos permitem caracterizar a história do uso do solo responsável por sua gênese e, pelas transformações sucessivas do meio físico até os dias atuais.

A possibilidade de aplicação destes estudos se concretiza nos depósitos que ocorrem nos fundos dos vales das drenagens de primeira e segunda ordem, cujos cursos d'água não tiveram capacidade suficiente para evacuá-los de imediato da bacia. Estes depósitos resultam da história de uso do solo da bacia, que se comporta como um sistema aberto, configurando um modelo de processos de dinâmica do meio físico onde, o fluxo de matéria (sedimentos) se ocorre das vertentes para os fundos dos vales (OLIVEIRA, 1990).

Além da forma de ocorrência, várias características do seu conteúdo, como estratificação, composição textural e palinológica, além da presença de eventuais artefatos, constituem evidências de diferentes fases históricas do uso do solo na bacia, combinadas com os eventos de chuva do período. Além do depósito, os horizontes de solos soterrados constituem importante elemento para completar a história do ambiente anterior à ação tecnogênica (OLIVEIRA, *et al.* 2003).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos empregados para a elaboração da dissertação foram desenvolvidos em quatro etapas, descritos na sequência.

3.1. 1ª Etapa

Foram realizadas as pesquisas de dados bibliográficos, adequando-as segundo normas da ABNT/NBR – 14724 (CURTY *et al.*, 2002), que resgatassem trabalhos de cunho regional para fins de reconhecimento e reconstituição espaço-temporal da região estudada, além da temática da pesquisa, assim como o levantamento dos produtos cartográficos.

Alguns dos dados bibliográficos foram coletados nas bases de pesquisas da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) integrada com a biblioteca da UEM (Universidade Estadual de Maringá), além de investigações em vários órgãos públicos e privados de pesquisa como: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), IAP (Instituto Ambiental do Paraná), IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social), SUDERHSA (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), MINEROPAR (Minerais do Paraná) e ITCG (Instituto de Terras Cartografia e Geociências).

Foi realizada também, nesta etapa, a identificação dos geoindicadores mais propícios para a pesquisa do local escolhido e a definição das escalas de análise. Os principais produtos cartográficos foram elaborados na escala 1:50.000 e foram feitos alguns detalhamentos para a melhor representação gráfica de alguns atributos em escalas maiores.

Os dados climatológicos foram obtidos da Estação Climatológica Principal de Umuarama, Cód.: 02353008 / LAT.: 23°44'S / LONG.: 53°17'W / ALT.: 480m, fornecidos pelo IAPAR, órgão responsável pela coleta, organização, estatística e distribuição dos dados climáticos do Estado do Paraná.

3.2. 2ª Etapa

Nesta etapa foram realizadas as caracterizações físico-naturais e socioeconômicas da área. Ainda, dentro desta etapa, foram desenvolvidas cartas temáticas a partir do *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 5.0.5 disponível gratuitamente no site: www.dpi.inpe.br/spring. A carta base foi elaborada a partir da vetorização das informações das cartas do Ministério do Exército 1991, escala 1:50.000, folhas: MI 2780-1, MI 2780-2, MI 2780-3, MI 2780-4. A partir da análise, da carta base,

puderam ser delimitados os divisores de água, obtendo assim os limites da bacia, além dos dados da rede de drenagem, área urbana, estradas e as curvas de nível. Por meio desta base, foi possível elaborar as cartas de drenagem, hipsometria e declividade.

Outros documentos cartográficos foram efetuados por meio de recortes e readaptações de outros autores conforme segue:

- Os gráficos de clima foram elaborados utilizando o *software* Excel 2007.
- O mapa de substrato rochoso foi adaptado da carta geológica escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2001) disponível para *download* no site do ITCG: www.itcg.pr.gov.br/modules/ e adaptado a escala 1: 50.000 com checagem em campo.
- O mapa da rede de drenagem foi retirado da carta base. Foram vetorizadas as drenagens subdividindo a bacia em quatro sub-bacias conforme ordenamento/área, e os canais foram classificados em ordem segundo a metodologia de Strahler (1952) *apud* Christofolletti (1980).
- O mapa de solos foi elaborado por Souza (2010) na escala 1:50.000, e readaptado com fotografias, que demonstram a variação de solos encontrados na bacia.
- O mapa de vegetação foi elaborado por Souza (2010) e readaptado com fotografias, que apresentam os principais tipos de vegetação encontrados na bacia.
- A carta hipsométrica é uma representação gráfica do relevo baseado em cores que é analisado pela variação das diferentes altitudes do terreno com referência do nível médio do mar. As cores mais escuras representam áreas de maior altitude e as cores de tons mais claros as regiões mais baixas no terreno.
- A carta teve como objetivo identificar e definir as curvas de nível existentes na bacia, com suas menores e maiores altitudes. As curvas de nível, com equidistância de 20 em 20 metros, foram agrupadas em nove classes de altitude: menores de 320m, 320-340, 340-360, 360-380, 380-400, 400-420, 420-440, 440-460, maiores de 480m.
- Na carta de declividade ou clinográfica foram estabelecidas classes de declividade, que melhor representassem o terreno da área de estudo, em relação ao plano horizontal, conforme método proposto por Lepsch (1991). É importante lembrar que as classes de declividade foram definidas em função da escala de trabalho, as curvas de nível e do espaçamento entre elas, sendo agrupadas em sete classes: 0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-20, 20-30 e >30% de declividade.

3.3. 3ª Etapa

A terceira etapa foi composta por diversas atividades que foram efetuadas em gabinete e campo. Nas atividades de gabinete foram realizadas as seguintes atividades: medidas

morfométricas, elaboração dos perfis longitudinais e transversais, fotointerpretação e classificação de imagens de satélite. Foram utilizados alguns tipos de equipamentos e materiais básicos como: o curvímeter, planímetro, estereoscópio de espelho e *softwares* específicos.

Nas atividades de campo foram desenvolvidos: o reconhecimento geográfico, os perfis transversais, interpretação de fotografias aéreas, avaliação das nascentes, verificação dos depósitos tecnogênicos, que auxiliaram na identificação dos geoindicadores.

Nesta pesquisa foi aplicado o conceito de geoindicadores já demonstrado anteriormente, ou seja, a análise foi feita em um período de ciclo curto <100 anos. Os geoindicadores possuem suas variações e tendências, alguns refletem alterações naturais e outras antropogênicas, conforme a problemática ambiental da área.

Cada geoindicador foi levantado com metodologia específica, pois a lista geral de geoindicadores, proposta por Berger (1996), contém categorias amplas, a partir da qual podem ser identificados geoindicadores mais específicos tanto para mudanças ambientais regionais como para locais. O quadro 2 mostra a síntese dos geoindicadores que foram identificados na área de estudo, adaptado de Coltrinari e McCall (1995), e são descritos na sequência.

Indicador	Influência		Frequência de Anos	Dados existentes
	Natural	Antropogênicas		
1 Vegetação – distribuição, desflorestação e mudanças no uso do solo	x	x	1-5-30	FA, S
2 Processos de erosão e deposição fluvial -Mudanças no padrão de drenagem e perfil do canal, depósitos tecnogênicos	x	x	1-50+	HI, FA, S, TC
Legenda HI= medidas hidrológicas, TC= trabalho de campo, FA= fotografias aéreas, S= imagens de satélites				

Quadro 2 - Geoindicadores de mudanças ambientais na bacia de estudo, adaptado de Coltrinari e McCall (1995)

3.3.1. Geoindicador 1– Vegetação: distribuição, desflorestação e mudanças do uso do solo

O primeiro geoindicador identificado está relacionado com a cobertura vegetal, o período de análise efetuado para este foi de 1970 a 2009. As mudanças ocorridas na cobertura vegetal neste período de análise foram reconhecidas por meio das fotografias aéreas, imagens de satélite e trabalho de campo, que culminaram na elaboração de cartas temáticas de uso e ocupação em dois períodos distintos, ou seja, as cartas multitemporais de 1970 e 2009.

Os dados de uso e ocupação de 1970 foram retirados das fotografias aéreas fornecidas pelo IBC-GERCA folha SF: 22-Y-C-V, 1970, escala 1:25.000. Após a elaboração do mosaico de fotografias aéreas, foram escolhidas as fotografias a serem efetuados os *overlays* que foram posteriormente vetorizados. Após a vetorização foi elaborada a junção destes, a qual foram

georreferenciados e transpostos a um banco de dados do *software* SPRING, versão 5.0.5, para digitalização dos vetores e elaboração da carta de uso e ocupação de 1970 (Quadro 03).

Fotografias Aéreas	Seqüência de Fotografias Aéreas	Overlay
Faixa 49 C	3015-3014-3013-3012-3011-3010-3009-3008-3007-3006	3013-3011
Faixa 50 C	3083-3084-3085-3086-3087-3088-3089-3090-3091-3092-3093	3084-3086-3088-3090-3092
Faixa 52 A	3144-3143-3142-3141-3140-3139	3143-3141-3139
Faixa 53 B	4674-4675-4676-4677-4678-4679-4680	4675-4677-4679
Faixa 55 A	4922-4923-4924-4925-4926	4923-4925

Quadro 3 - Quadrante de fotografias aéreas, bacia do córrego Pinhalzinho II, 1970, folha SF: 22-Y-C-V

Quanto a elaboração da carta temática do uso e ocupação do solo de 2009 foi utilizado a imagem Landsat (12/2008) TM fusão com a imagem HRC (01/2009), disponíveis no [site www.inpe.gov.br](http://www.inpe.gov.br).

Após efetuar a fusão das imagens no *software* Envi versão 4.3, foi realizada uma classificação manual dos usos, no *software* SPRING, versão 5.0.5. Estes dados foram checados posteriormente em campo. Na bacia em estudo foram classificados as seguintes classes de uso, segundo o Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2006): pastagens, culturas permanentes, área urbana, vegetação nativa, vegetação campestre, além das estradas e drenagens.

Para cada classe de uso do solo foi adotada uma cor, baseadas nas cores padrão (Tabela 2) de IBGE (2006).

Tabela 2- Demonstrativo de cor RGB das classes do uso e ocupação do solo

Classe	Cor
Pastagem	R: 205 G: 137 B: 0
Cultura Permanente	R: 255 G: 214 B: 0
Área urbana	R: 255 G: 168 B: 192
Vegetação Nativa	R: 115 G: 168 B: 0
Vegetação campestre	R: 214 G: 255 B: 168
Cultura Temporária	R: 255 G: 255 B: 0

Fonte: Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2006)

3.3.2. Geoindicador 2 - Processos de erosão e deposição fluvial

O segundo geoindicador está relacionado com os processos de erosão e deposição fluvial. Pôde ser estabelecido por meio das descrições de depósitos tecnogênicos/aluvionares,

além, das mudanças no padrão de drenagem e perfil do canal. Foram utilizados trabalho de campo, fotografias aéreas e imagens de satélite para a identificação do geoindicador.

3.3.2.1. Processos de erosão e deposição fluvial

Para a caracterização dos depósitos tecnogênicos/aluvionares foram executadas 2 trincheiras, 2 sondagens e 8 tradagens, com o objetivo de identificar o tipo de material encontrado nas margens do córrego Pinhalzinho II (figura 4).

As trincheiras foram abertas em locais estratégicos, onde evidenciou-se mudanças na sequência do padrão de solos da área. Primeiramente utilizou-se o trado manual para reconhecimento sedimentar da área. Para a abertura destas trincheiras foram utilizados: material humano, picareta, pá, trena, e pacotes plásticos para a coleta e posteriormente a descrição do material. Suas dimensões médias foram: 2,20m de profundidade, 2,20m de comprimento e 1m de largura.

Para as sondagens, primeiramente efetuou-se o reconhecimento dos sedimentos com o trado manual, e logo após a escolha do local para a inserção da sonda. Os materiais utilizados para este trabalho foram: marreta, cano de PVC e de alumínio, sacos plásticos, trena, catraca manual, fita adesiva, além do material humano.

O mesmo processo foi efetuado por Silva e Nunes (2009) para a identificação de depósitos tecnogênicos para a cidade de Presidente Prudente no estado de São Paulo. Os depósitos foram identificados e retirados com uma sonda, e posteriormente levada ao laboratório para as análises sedimentológicas.



Figura 4 – Perfuração por sondagem e abertura de trincheiras, planícies do córrego Pinhalzinho II
Fonte: autor (10/2009)

Para a descrição do material das trincheiras e das sondagens utilizou-se as mesmas observações efetuadas por Oliveira (1994) no estudo no Planalto Ocidental Paulista que detém as mesmas características litológicas da área em estudo.

Foram elaborados documentos cartográficos ilustrativos que contém a localização das sondagens (perfis transversais e mapeamento das principais mudanças de 1970 para 2009).

Os mapas delimitando as planícies de inundação, as feições erosivas, áreas húmidas, foram pontuados com GPS (*Global Positioning System*) e delimitados conforme suas características geomorfológicas, topológicas e vegetativas.

3.3.2.2. Mudanças no Padrão de Drenagem e Perfil do Canal

Para explicar as mudanças no padrão de drenagem, foram efetuadas diversas medidas morfométricas, através de perfis transversais e mapeamento multitemporal das mudanças do canal. O objetivo principal foi demonstrar as principais alterações ocorridas no córrego Pinhalzinho II de 1970 para 2009.

Os perfis transversais podem demonstrar alterações morfométricas, do canal principal, tais como direção do canal, erosões, deposição e formação de planícies com áreas alagadas.

A morfometria do canal por meio dos perfis e do mapeamento, foi elaborado a partir da observação das fotografias aéreas de 1970 em comparação as imagens de satélite e trabalhos de campo efetuados em 2008 e 2009. Nas fotografias aéreas de 1970 foram esquematizados os perfis transversais pelas características visualizadas na fotointerpretação. Além deste método foram feitas diálogos com moradores ¹ribeirinhos para obter informações referentes, à evolução da paisagem no decorrer dos 39 anos em análise.

Utilizaram-se fotografias de 1998 retiradas por Souza (2001), na identificação de algumas alterações ocorridas no sistema de drenagem da bacia em estudo.

Para elaboração dos perfis transversais do canal de 2009, foram efetuados diversos trabalhos de campo para reconhecimento, bem como identificação dos pontos com alterações visuais significativas. Foram utilizadas imagens do *Google Earth* de 2005 para demonstrar com melhor clareza de definição as alterações atuais. O perfil foi elaborado com o uso do clinômetro e acessórios (trena, GPS, material humano, prancheta para marcação) para o ajuste que melhor representasse os perfis (Figura 5)

¹ Os diálogos com os moradores locais foram para evidenciar melhor os pontos onde as alterações do canal foram mais significativas.

As escalas de observação não se correlacionam, ambas possuem ângulos e definições distintos. As fotografias aéreas possuem escala de 1:25.000, as fotos de 1998 aproximadamente 1:5.000 e as imagens do *Google Earth* resolução de 1:1000. Desta forma as figuras representativas possuem diferença visual, entretanto as análises possuem a mesma escala de detalhe.

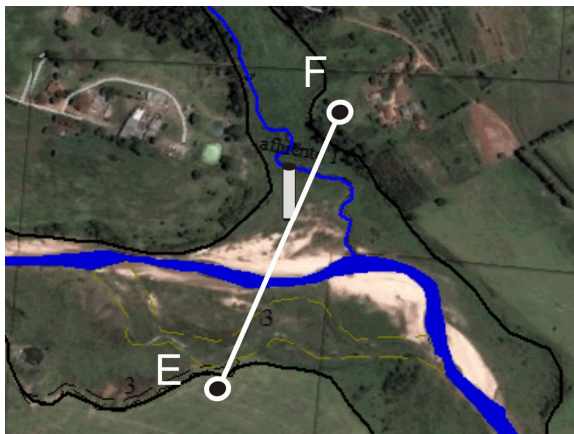


Figura 5 - Representação do local do perfil transversal E-F
Fonte: Imagem *Google earth* (2005) adaptado pelo autor

Na elaboração dos perfis foram utilizados exageros verticais de 8x, devido à baixa altimetria da região, e a objetividade da pesquisa.

3.4. 4ª Etapa

A quarta etapa trata-se da escrita e interpretação dos resultados obtidos nesta dissertação.

4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-NATURAIS

As características físico-naturais da área em estudo são: o clima, o substrato rochoso, o solo, a hidrografia, geomorfologia, e a vegetação. O reconhecimento destes são de fundamental importância para os estudos geográficos e para a caracterização das influências naturais destacadas pelos geoindicadores.

4.1. Clima

O clima é o agente modelador do terreno, em condições naturais ele molda as feições do relevo e distribui a água e ar sobre a superfície.

O clima da região segundo Maack (1968) é classificado como clima subtropical úmido mesotérmico, situa-se na zona pluvial tropical, apresentando clima chuvoso, temperado quente e com raras geadas noturnas, com tendências de concentrações das chuvas nos meses de verão sem estação seca definida.

A figura 6 mostra a precipitação anual da série histórica da região (1974-2008). Foi observado anos com maior volume de chuvas chegando a 2200 mm e anos com 1200 mm, obtendo assim um gradiente de 1000mm. Esta variação é considerada pelos efeitos causados pelos fenômenos *el niño e la niña*, o primeiro trazendo chuvas e o segundo com secas. Observa-se no gráfico da figura 6, que nos anos de 1979, 1983, 1992, 1998 foram os anos que ocorreram os maiores índices de precipitação. Já os anos de 1978, 1985, 1988, 1991, 1999 e 2007 foram os anos mais secos. A média de precipitação é de 1622mm.

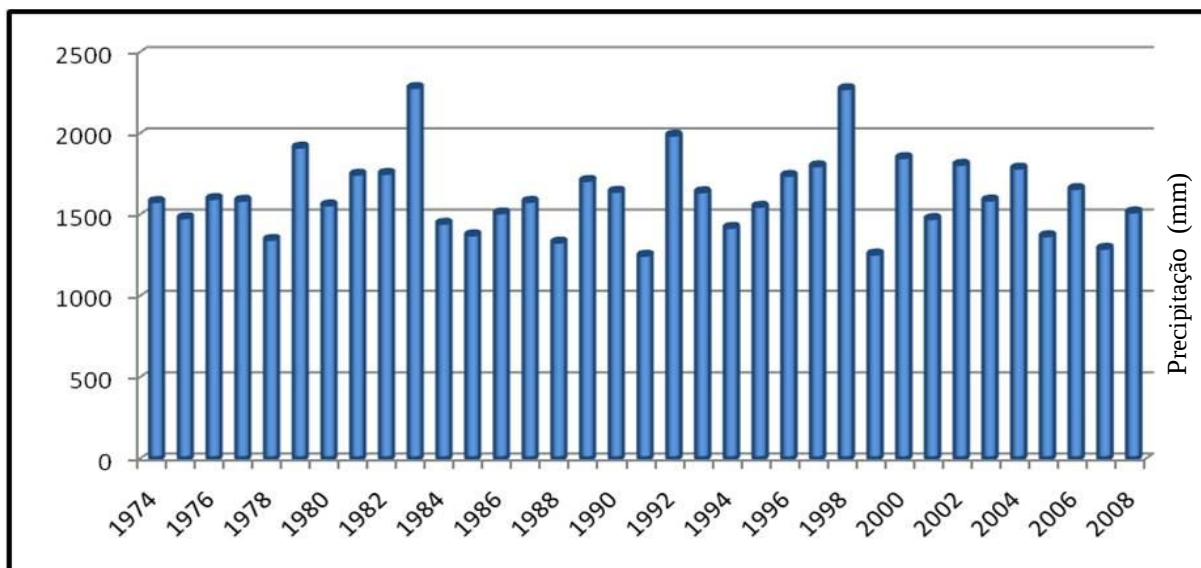


Figura 6 - Gráfico de Precipitação (em mm)- Série Histórica 1974-2008

Fonte: IAPAR (2008), organização dos dados: o autor

A figura 7 apresenta a variação média mensal das precipitações dentro da série histórica de Umuarama (1974 até 2008). Existe uma tendência de concentração das chuvas nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro), contudo a estação seca não é definida, apenas apresentando alguns veranicos nos meses de inverno (junho, julho e agosto) e em março, marcados pela forte insolação, baixa umidade do ar e temperaturas altas. “Entretanto os veranicos são uma ressalva no inverno, onde a estação do ano ainda possuiu suas características de temperaturas amenas”.



Figura 7 - Precipitação mensal série histórica – 1974/2008

Fonte: IAPAR (2008), organização dos dados o autor

Com relação às temperaturas anuais a região de Umuarama apresenta uma média anual de 22°C, mas com grandes variações e amplitudes no decorrer do ano. A tabela 3 mostra a variação das temperaturas máximas no decorrer de 34 anos de medições. As temperaturas máximas chegaram a 6,4°C de mínimo da máxima da série histórica e a máxima da máxima a 39,8°C, sendo consideradas muito quente.

Tabela 3- Dados de temperatura máxima (1974-2008)

Temp.Máxima	°C	Data
Mín. da Máxima.	6,4°	17/07/1975
Max. Da Máxima	39,8°	11/03/2008
Média da máxima	27,7°	

Fonte: IAPAR (2008)

Observam-se na tabela 4 que já foram registrados na estação meteorológica do IAPAR temperaturas abaixo de 0°C, ou seja, a temperatura chegou a -1,4°C no dia 18/07/1975 que

culminou numa das geadas desastrosas para os agricultores de toda a região, principalmente para a cultura de café.

Tabela 4- Dados de temperatura mínima

Temp. Mínima	°C	Data
Mínima da Min.	-1,4°	18/07/1975
Máx. da Min.	27,1°	09/12/1975
Média da Min.	17,4°	

Fonte: IAPAR (2008)

A tabela 5 demonstra as variações de temperaturas médias que ocorrem no decorrer dos anos (1974-2008). Estas variam de 32,2° C até 2,3°, mas a média comum para esta estação está na marca dos 22°C.

Tabela 5- Dados de temperatura média

Temp. Média	°C
Máximo das Médias.	32,2°
Média das médias	22°
Mínimos das Médias.	2,3°

Fonte: IAPAR (2008)

Desta forma, analisando os dados, considera-se que a região no decorrer dos anos (1974-2008) detém uma amplitude de temperaturas que pode variar no decorrer das mudanças de estação. Na figura 8 observamos esta variação.

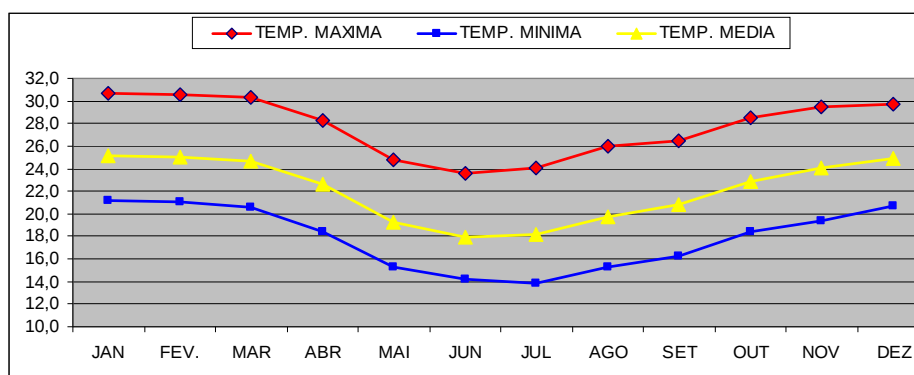


Figura 8 – Umuarama Gráfico da variação das temperaturas no decorrer do ano série histórica 1974-2008

Fonte: IAPAR (2008)

4.2. Substrato Rochoso

A área de pesquisa localizada na região noroeste do estado do Paraná, está na Bacia Sedimentar do Paraná no contexto geológico do Grupo Bauru/Formação Caiuá de idade Cretáceo médio superior (Quadro 4). Esta formação possui rochas sedimentares de origem

flúvio-eólico com sedimentos cenozóicos nos fundos de vale. Abaixo desta está situada a Formação Serra Geral, constituída por diversos derrames de rochas ígneas através de fissuras. Os derrames foram intercalados e depositados em *traps* no decorrer de 90 milhões de anos dentro da bacia do Paraná (MINEROPAR, 2001).

ERA	PERIODO	Idade	GRUPO	FORMAÇÃO	ROCHAS/FÓSSEIS
Cenozóico	Quaternário	1,8M.a			Aluviões e sedimentos lacustres inconsolidados
Mesozóica	Cretáceo	140M.a	Bauru	Caiuá	Estratificações cruzadas de origem flúvio-eólicas

Quadro 4 - Escala Geológica da área de estudo

Fonte: MINEROPAR, (2001);

De acordo com Gasparetto e Souza (2003) a Formação Caiuá abrange uma área de aproximadamente 70.000 km² na região Noroeste do Estado do Paraná. Esta formação foi inicialmente descrita por Backer (1923), porém quem a definiu como unidade litoestratigráfica foi Washburne (1930), denominando-a de Formação Caiuá. No entanto, desde a sua proposição, a Formação Caiuá obteve, por parte dos pesquisadores, várias interpretações, principalmente quanto à idade, espessura, gênese e posição estratigráfica. Fernandes (1992) admite vários tipos de ambientes deposicionais: aquoso, deltaico, fluvial, eólico e misto (flúvio-lacustre, aquoso-eólico, eólico-flúvio-deltáico, aquoso-deltaico e flúvio-deltáico-eólico).

Segundo Soares *et al.* (1980), Bigarella e Mazuchowski (1985), os sedimentos que compõem o Arenito Caiuá assentam-se de forma discordante sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral.

Gasparetto e Souza (2003) descrevem a Formação Caiuá, formada predominantemente de arenitos das frações média, fina a muito fina com grãos arredondados a bem arredondados e grau de seleção variando de pobre a muito bem selecionado com pequenos teores de matriz lamítica na forma de níveis ou lentes. As rochas apresentam cores que variam do vermelho-arroxeadado a vermelho escuro, porém quando alterados e/ou saturado em água apresentam tons amarelados (Figuras 9, 10).

A Formação Caiuá apresenta como constituinte essencial o quartzo, que varia de 75% a 90% do total da rocha; secundariamente, aparecem os feldspatos, microclínio e plagioclásio, com teores compreendidos entre 5% e 10%, e subordinadamente calcedônia, opala e muscovita. É frequente a presença de fragmentos líticos, principalmente de basalto alterado, folhelho, arenito, siltito e sílex; nunca, porém, ultrapassando 10% (SUGUIO, 1980).

As rochas da Formação Caiuá apresentam comportamento de rochas brandas. O termo brando refere-se às rochas que cedem facilmente à pressão, apresentando geralmente

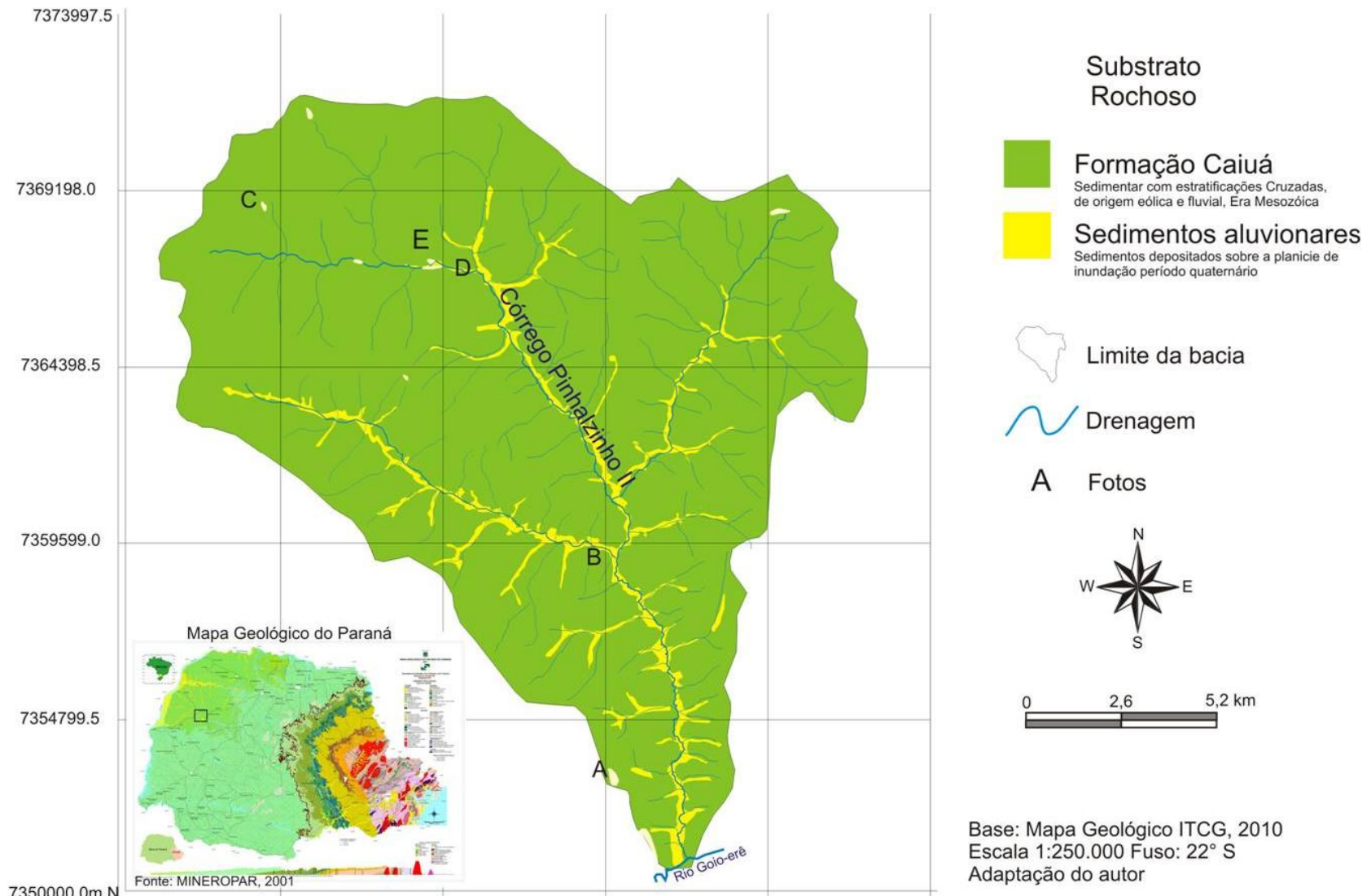
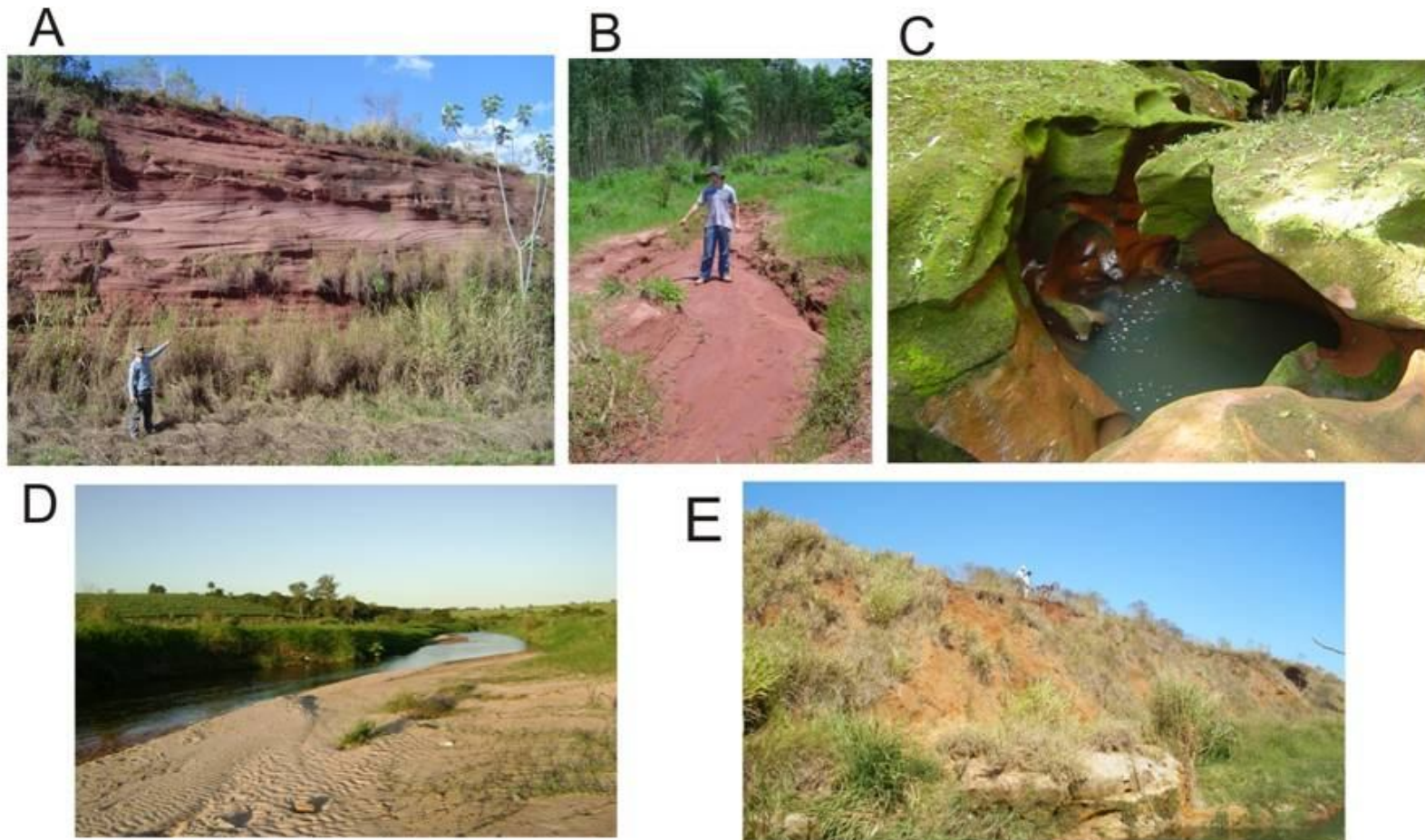


Figura 9 – Mapa geológico da bacia do Córrego Pinhalzinho II, com fotografias localizadas



A- Afloramento da Formação Caiuá - estrada Umuarama/Mariluz; B- Material transportado de estradas; C- Aprofundamento do talvegue (Parque Xetás- Umuarama); D- Depósitos aluvionares na margem do córrego Pinhalzinho II; E- Erosão marginal (Fotos de 2009)

Figura 10 Fotografias demonstrando alguns aspectos geológicos da bacia do córrego Pinhalzinho II

dificuldade em definir com precisão os limites de resistência que devem ser adotados para esses tipo de materiais (Gasparetto,1999).

Souza (2001) corrobora esta informação, salientando que devido a sua constituição mineralógica as rochas da Formação Caiuá e os materiais decompostos sobre estas, apresentam-se friáveis, ou seja, eles são de fácil desagregação, o qual facilita a formação de erosões do tipo, sulcos, ravinas e voçorocas.

Segundo MINEROPAR (2001) foi encontrado na região noroeste do Paraná, depósitos Cenozóicos correspondentes ao período Quaternário de origem fluvial, estes sedimentos datam de 1,8 milhões de anos.

Os materiais transportados pelos canais que drenam a região são depositados sobre os terraços marginais e planícies fluviais. Estes sedimentos deslocam-se em eventos pluviais intensos, modificando, conforme a energia, o perfil do canal para a forma de meandros. São constituídos de materiais argilo-silto-arenoso, dependendo da situação, origem e o local depositado (MINEROPAR, 2001).

Ainda podemos encontrar uma nova forma geológica de representação de materiais remobilizados com os sedimentos aluvionares, no entanto na figura 10 estão generalizados com os sedimentos do Quaternário. Devido à influência da ação do homem estes materiais remobilizados e depositados sobre as planícies aluviais detêm características de origem antrópica.

Corroborando esta informação em campo com Oliveira *et al.* (2003) que relata um novo período na escala geológica, o Quinário ou Tecnogênico, marcado pela inserção do homem como agente transformador. Esta nova idade geológica pode ser identificada por meio dos materiais: tecnogênicos, gábricos, úrbicos, entulhos e lixos. Estes materiais foram identificados pelos autores na região do Planalto Ocidental Paulista, com formação geológica semelhante às encontradas na região de Umuarama noroeste do Paraná.

Diversos autores como Ter Stepanian, (1988), primeiramente apoiado por outros autores, Oliveira *et al.* (2003) e Pellogia (1997), sugerem que o período Holoceno seja considerado a transição do período quaternário para o novo período proposto, o Quinário ou Tecnógeno, tendo como características marcantes os efeitos e ações antrópicas sobre a dinâmica natural do planeta.

4.3. Solos

Os solos encontrados na região, são constituídos da transformação das rochas sedimentares da Formação Caiuá (Figura 11). Essa formação geológica está associada a uma cobertura pedológica caracterizada por solos de textura média e arenosa, derivada do arenito sotoposto, originando, de modo geral, os seguintes tipos de solos: Latossolos Vermelhos; Argissolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos (EMBRAPA, 1997).

Nakashima (2000) definiu para a região de Umuarama o predomínio do seguinte sistema pedológico: na alta vertente e posições dos interflúvios o Latossolo Vermelho com textura variando de arenosa à média, na média e baixa vertente o Argissolo Vermelho Amarelo com textura arenosa e, na baixa vertente e /ou próximos às principais drenagens aparecem os solos hidromórficos e solos de origem coluvial e aluvial.

De acordo com o autor citado, as principais características desses solos.

- **Latossolo Vermelho** – são os solos com horizonte Bw, com sequência de horizontes A, Bw e C. Apresentam profundidades superiores a 2,5m e aparecem associados aos topos dos espigões e as altas vertentes entre as cotas altimétricas de 400 a 450m.
- **Argissolo Vermelho Amarelo** – São solos com horizontes B textural e com sequência de horizontes A, E, Bt e C. Apresentam espessuras que variam entre 1,5 a 2,0m de profundidade, formam-se em posição de média e baixa vertente.
- **Solos Hidromórficos/Gleissolo** – Apresentam espessuras que variam de 1 a 1,5m de profundidade. Suas características de hidromorfismo ocorrem devido à sua proximidade do lençol freático ocorrendo próximos aos cursos d'água.
- **Solos Coluviais e Aluviais** – Os solos coluviais apresentam espessuras que variam de 1 a 3m de profundidade. Estão associados aos fundos dos vales amplos e abertos, apresentam textura variada, em geral arenosa. Os solos aluviais aparecem como depósitos ao longo dos cursos fluviais e apresentam sequência de materiais grossos, médios e finos.

Na bacia em estudo foram encontrados os solos: Latossolos, Argissolos, Gleissolos e também os Neossolos Quartzarênicos (figura 11) descrito a seguir.

- **Neossolo Quartzarênico:** são originados da total lixiviação dos argissolos ou gerados diretamente da intemperização do arenito. São constituídos pelos horizontes A e C, podem apresentar horizonte petroplântico no contato com a rocha alterada, em razão da oscilação do lençol freático. Em geral, correm na baixa vertente e podem alcançar 2m de espessura. Apesar de sua ocorrência ser limitada à baixa vertente e de área restrita, necessita de atenção especial quanto ao uso e manejo, uma vez que é extremamente susceptível a erosão.

Vários outros pesquisadores consagrados da região efetuaram trabalhos de pesquisas científicas a respeito da cobertura pedológica. Podemos destacar os trabalhos de Gasparetto (1999), Nakashima (2000), Souza (2001) e Cunha (2002). Todos estes autores trabalharam com o sistema pedológico da discriminação em microescalas e também com feições erosivas, elaboração de métodos e aplicações para as questões erosivas e ensaios de infiltração, erosividade e erodibilidade. Por meio destes trabalhos foi possível deter um conhecimento sistematizado da região em todos os aspectos físico-químicos e mineralógicos do sistema pedológico, e também uma avaliação de como esta área comporta-se frente aos processos naturais e antrópicos relacionados aos processos erosivos.

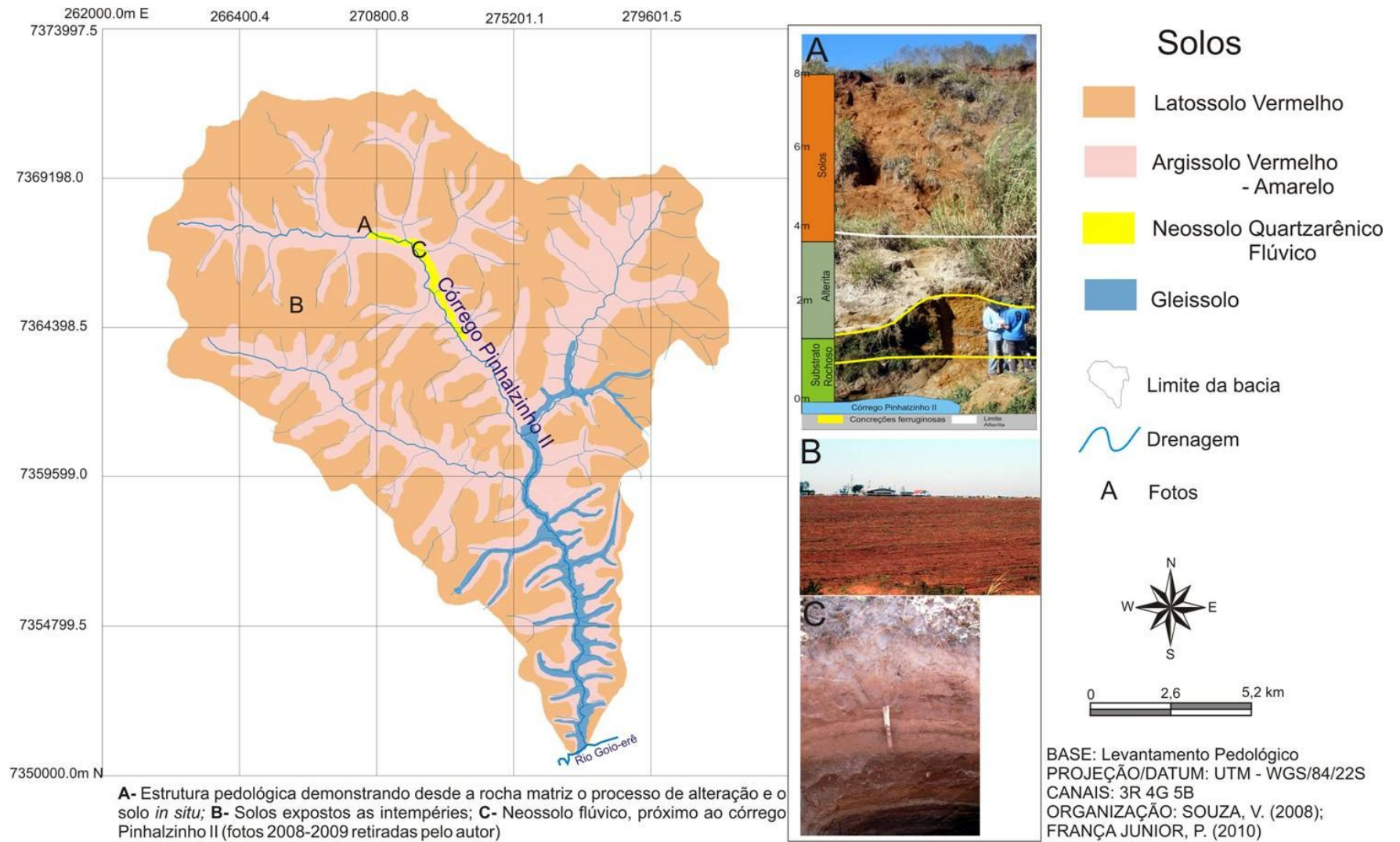


Figura 11 – Mapa pedológico da bacia do Córrego Pinhalzinho II com fotografias localizadas

4.4. Hidrografia

O córrego Pinhalzinho II é afluente do rio Goio-erê, o qual é tributário da margem direita do rio Piquirí, que por sua vez faz parte do complexo hidrográfico do rio Paraná. Este pequeno córrego possui diversas características hidromorfológicas, dentre elas o padrão de drenagem “consequente” característico de canais de terrenos sedimentares, ou seja, correm segundo a declividade do terreno, em concordância com o mergulho das camadas. Os canais oriundos de regiões de origem sedimentar detêm uma classificação diferencial, alguns podem correr conforme a direção dos estratos ou de forma inversa (Figura 12).



Figura 12 -córrego Pinhalzinho II curso médio e curso inferior próximo de sua foz
Fonte: autor (03/2008)

A permanência do escoamento é perene, ou seja, seu regime hídrico é constante no decorrer do ano e, apenas apresenta modificação nas médias das vazões, decorrentes das mudanças de estação. Por possuir onze de suas nascentes próximas da zona urbana de Umuarama (Figura 13), é considerado em parte um canal urbano.

Tucci *et al.* (1997) salientam que os canais situados em zonas urbanas detêm suas dinâmicas fluviais alteradas, ligadas principalmente a forte impermeabilização do solo, modificando assim os fluxos hídricos de vazante com aumentos súbitos de vazão nos eventos de precipitação intensos.



Figura 13 – Retificação, despejos de esgoto e entulhos nas cabeceiras do córrego Pinhalzinho II
Fonte: autor (05/2009)

Devido a esta caracterização de canal urbano, o córrego Pinhalzinho II, possui alguns problemas quanto a sua dinâmica. O córrego após a zona urbana não possui talvegue definido, seu leito é raso e correndo sobre sedimentos arenosos.

Os diques marginais estão presentes nas planícies do canal principal, e são formados por sedimentos que são carregados em eventos de precipitações intensas que causam cheias na planície e depositam-se sobre a vegetação das margens que é formada por gramíneas.

As vazões do córrego Pinhalzinho II são bem diferenciadas, devido à impermeabilização urbana ocorre aumentos súbitos de vazão em eventos de precipitações intensas, que trazem: resíduos sólidos diversos, além de entulhos de construção, galhos de árvore, material inconsolidado e sedimentos aluviais. Todos estes materiais são remobilizados dos fundos de vale da área urbana de Umuarama e de áreas desprotegidas dos fluxos hídricos, sendo depositados nas planícies fluviais do canal principal (Figura 14).

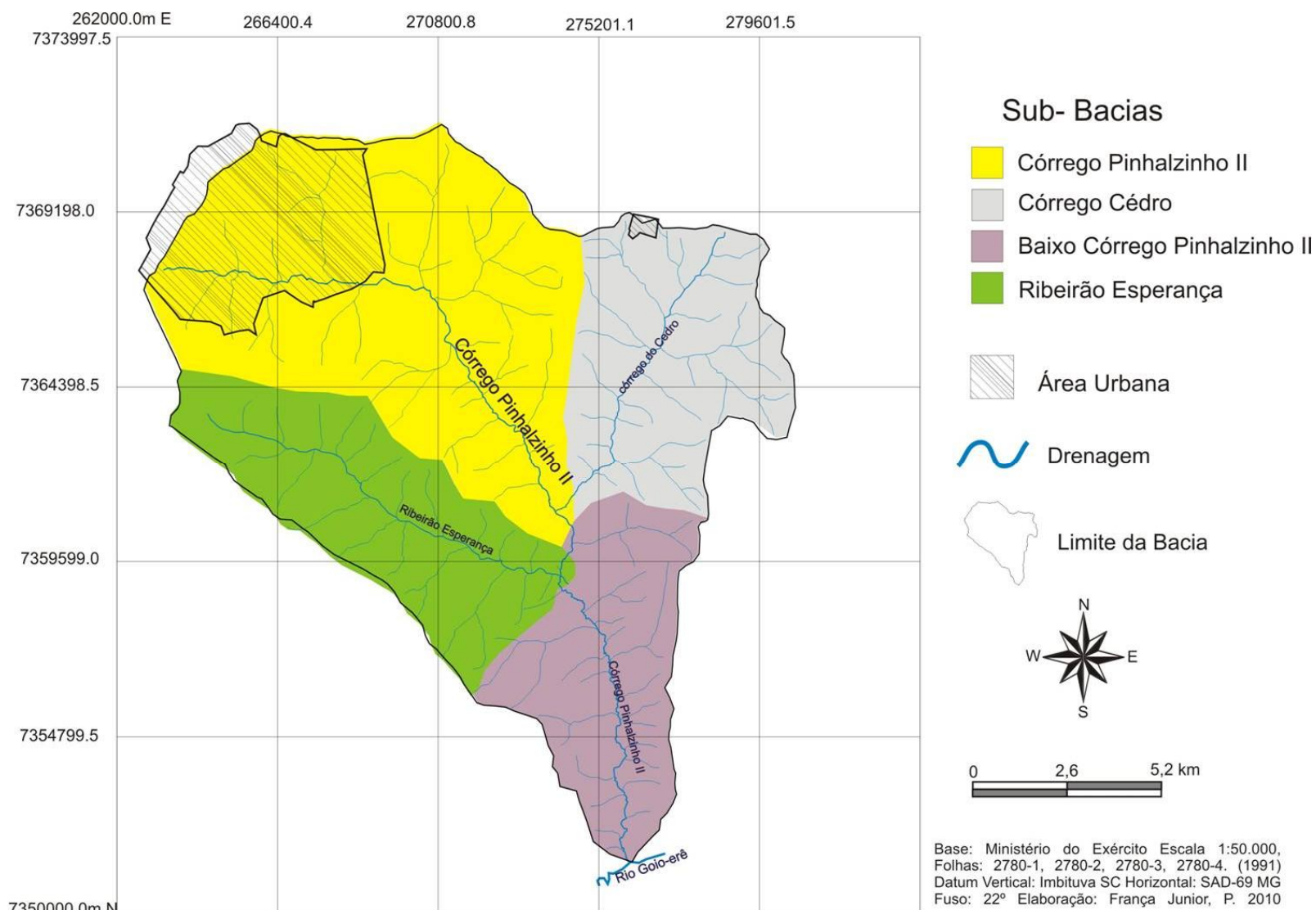


Figura 14 –Carta da rede de drenagem e Sub-bacias da bacia do córrego Pinhalzinho II

Diferente do comportamento do córrego Pinhalzinho II é o de seus afluentes principais: córrego do Cedro e ribeirão Esperança (Figura 15). Eles possuem um regime e fluxo de vazão normal e, com talvegue definido. Servem, ainda, como área de lazer para as pessoas, como fonte de pesca e banho, possuindo água limpa e sem odor. Um dos aspectos que caracterizam bem estas sub-bacias é a formação de várzeas sobre suas margens, algumas muito amplas e pantanosas. Ambos os córregos também possuem influências diretas da ação antrópica, o que ocorrem nestes são os plantios de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), o pisoteio do gado e a falta de vegetação ciliar que serve de proteção para estes ambientes nas suas cabeceiras, que podem desencadear processos erosivos passivos de assorear áreas de nascentes e também do canal.



Figura 15 - Córrego do Cedro e ribeirão Esperança, afluentes principais do córrego Pinhalzinho II
Fonte: autor (03/2008)

4.5. Geomorfologia

Os aspectos geomorfológicos da região, esta situada na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, a qual abrange a unidade morfo-escultural do Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 1968). Esta compartimentação é dividida em várias sub-unidades, denominadas de planaltos, que possuem características próprias de litologia e relevo. Entre as sub-unidades, o sub-planalto de Umuarama possui características peculiares, o qual foi classificado como uma região homogênea na nova classificação proposta por Santos *et al.* (2006).

Dentro desta nova classificação o sub-planalto de Umuarama é uma das sub-unidades morfo-esculturais do Terceiro Planalto Paranaense. Apresenta dissecação média e ocupa uma área de 11.592,61km². As classes de declividades predominantes são de 6-12%, em relação as

altitudes, apresenta gradiente de 380 metros com altitudes variando entre 240 (mínima) e 620m (máxima). As formas predominantes do relevo são constituídas por topos alongados e aplainados (Figura 16), ou seja, o relevo é plano, apresentando vertentes convexas e vales em “berço” modelados em rochas da Formação Caiuá do Grupo Bauru (MINEROPAR, 2006).



Figura 16 – Vertentes da bacia do córrego Pinhalzinho II
Fonte: autor (03/2008)

Na bacia do córrego Pinhalzinho II observou-se altitudes variando de 320 a 500m, ou seja, a bacia possui gradiente de 180m da sua foz até as áreas mais altas. Observa-se através da carta hipsométrica (Figura 17) topos alongados e vertentes longas, que representa uma área de relevo suave.

Na carta de declividade é possível observar algumas áreas com maiores declividades, sempre situadas próximas as áreas de drenagem, contudo, na bacia predominam as declividades baixas nos topos e média vertente, compostas pelas classes de 0-3 de 3-6 e de 6-9%, o que evidência um relevo plano (figura 18).

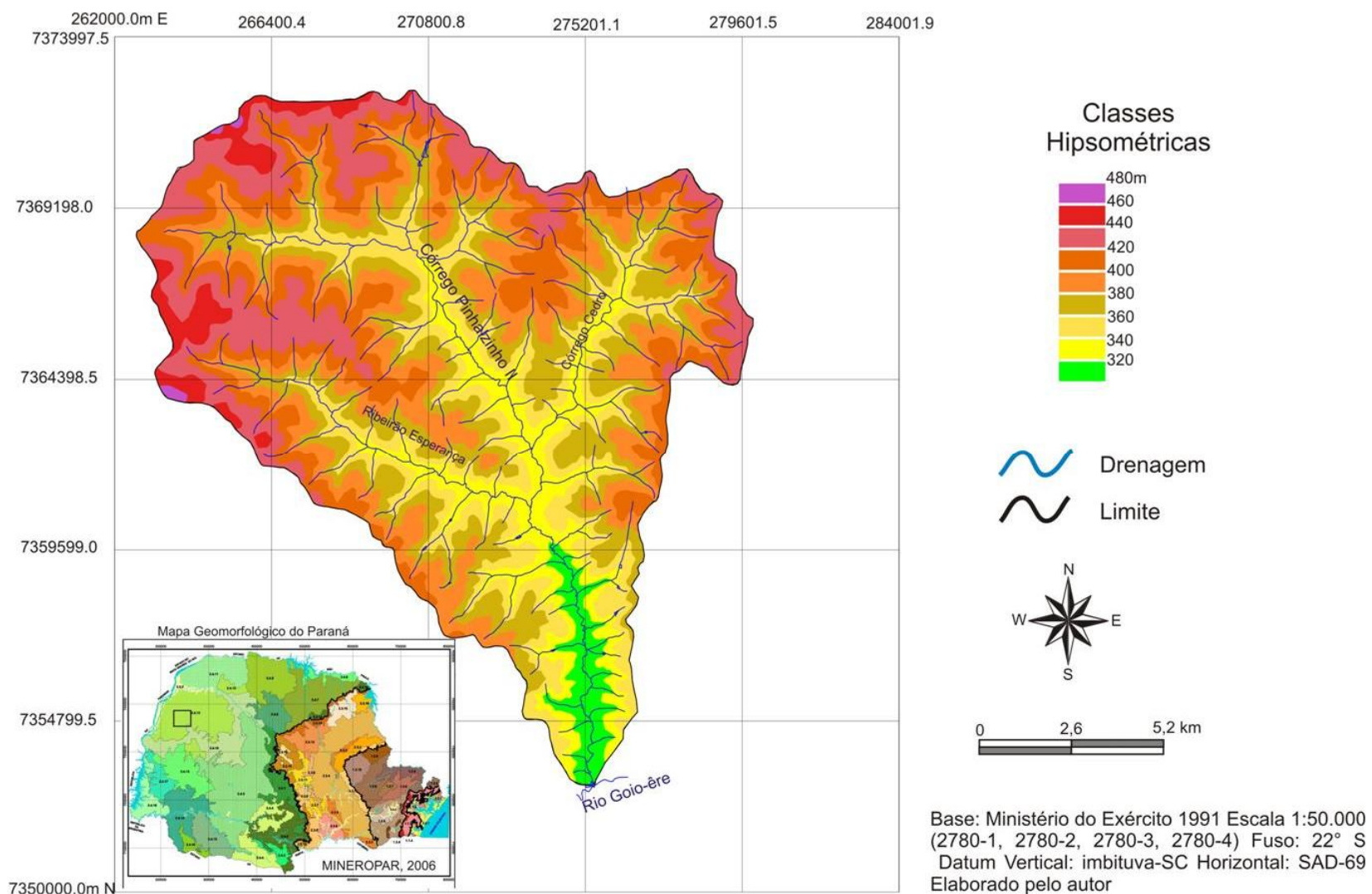


Figura 17 - Carta Hipsométrica da bacia do córrego Pinhalzinho II

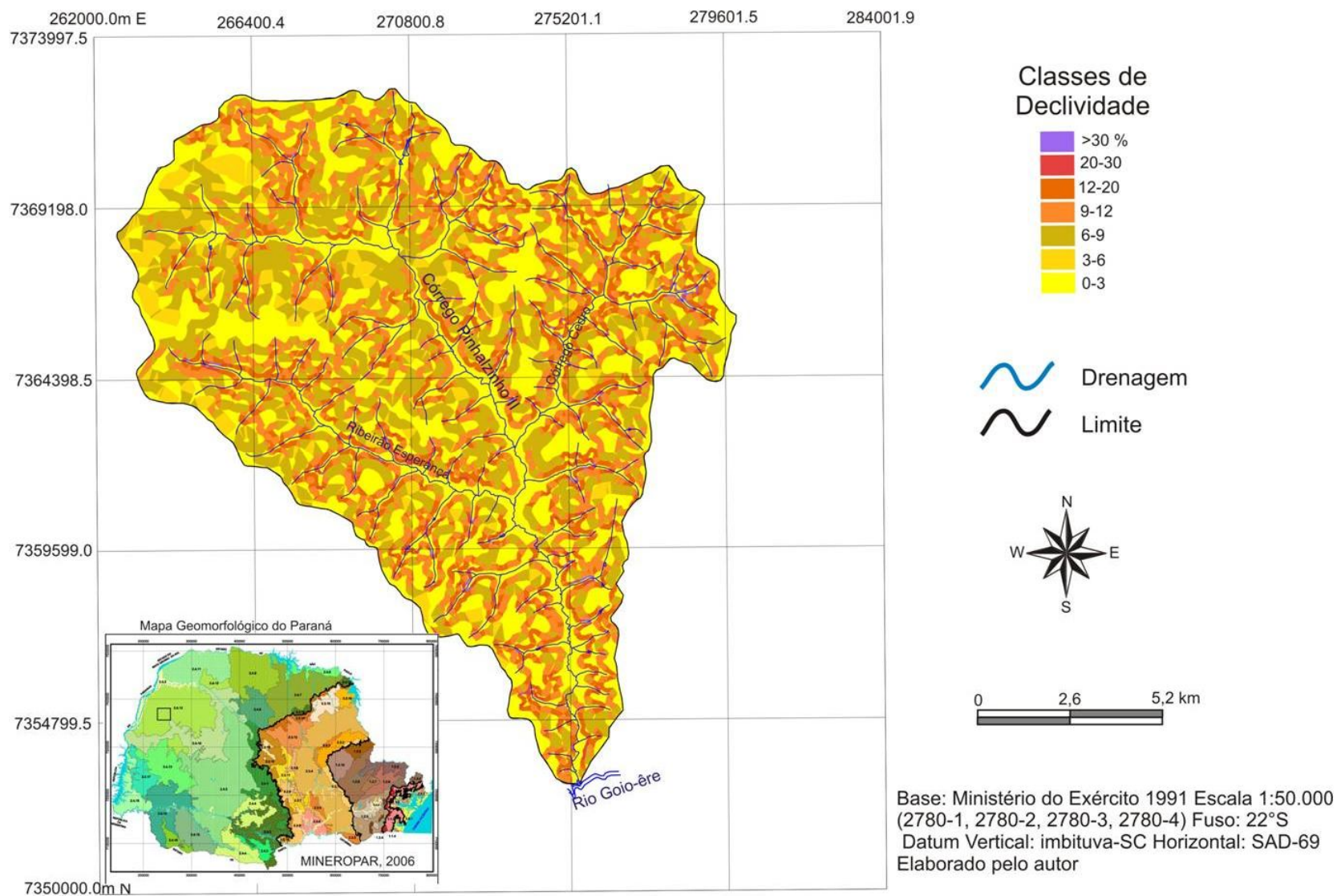


Figura 18 - Carta de declividade da bacia do córrego Pinhalzinho II

4.6. Vegetação

Na região encontrava-se uma floresta exuberante, bem diversificada, formada por várias espécies vegetais, e também por uma rica fauna. A partir da abertura das fronteiras agrícolas na região Noroeste do Estado na década de 1940, esta vegetação foi sendo dizimada. Relatos de moradores da área atestam que a vegetação foi sendo derrubada, após as folhas secarem atirava-se fogo para haver a limpeza do local para posteriormente haver a plantação.

Hoje, na região, encontram-se alguns relictuais de floresta preservada, pouco se comparado às outras regiões do Estado do Paraná. Por meio da observação *in situ* foi possível constatar que ocorreu uma mudança no comportamento dos proprietários dos lotes a partir de 2005, pois eles estão deixando as áreas de mata ciliar se recompor, atendendo agora a Lei da Federação (BRASIL, 4.771/65).

Os remanescentes observados na região da área em estudo (Figura 19) são considerados por muitos estudiosos rica em biodiversidade, tanto da fauna, quanto da flora. Esta é denominada de Floresta Estacional Semidecidual, sendo dividida em aluvial e sub-montana devido às características do relevo (LEITE; KLEIN, 1990).

Esta formação florestal cobria originalmente todo o planalto paranaense abaixo dos 500m, desenvolvida sobre as “férteis terras roxas e o Arenito Caiuá”. Maack (1968) considerava esta região como uma variação da Floresta Pluvial Atlântica, diferenciando-se pela sua maior exuberância em função da fertilidade dos solos.

O conceito ecológico de Floresta Estacional Semidecidual, segundo Veloso e Góes-Filho (1982), relaciona-se ao clima de duas estações, uma chuvosa e outra seca, ou com acentuada variação térmica. Estes climas determinam uma estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, os quais têm adaptação ora à deficiência hídrica, ora à queda de temperatura nos meses mais frios. Esses autores consideram ainda que, no caso da Floresta Estacional Semidecidual, a percentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal (não nas espécies que perdem as folhas individualmente) deve situar-se entre 20 a 50% na época de clima desfavorável, daí a denominação Floresta Estacional Semidecidual e, portanto, uma diferenciação definitiva da Floresta Ombrófila Densa e Mista.

Era uma floresta exuberante com uma grande diversidade de espécies vegetais. Suas principais espécies arbóreas características são as emergentes caducifólias: *Cariniana* spp. (jequitibás), *Aspidosperma* spp. (perobas), *Cedrela fissilis* (cedro) e *Peltophorum dubium* (canafístula). No sub-bosque existe uma enorme quantidade de arbustos e plântulas de

reconstituição arbórea além de uma palmeira típica desta formação, o *Euterpe edulis* (palmito) (LEITE; KLEIN, 1990).

Foi encontrada na área estudada uma vegetação típica de áreas úmidas denominadas de aluviais. São consideradas com este nome por estarem ligadas intimamente com o fluxo dos canais e os solos próximos dos cursos de água (solos hidromórficos). A Taboa (*Typha domingensis*) é uma espécie encontrada facilmente próxima aos canais, nas áreas alagadas (Figura 19).

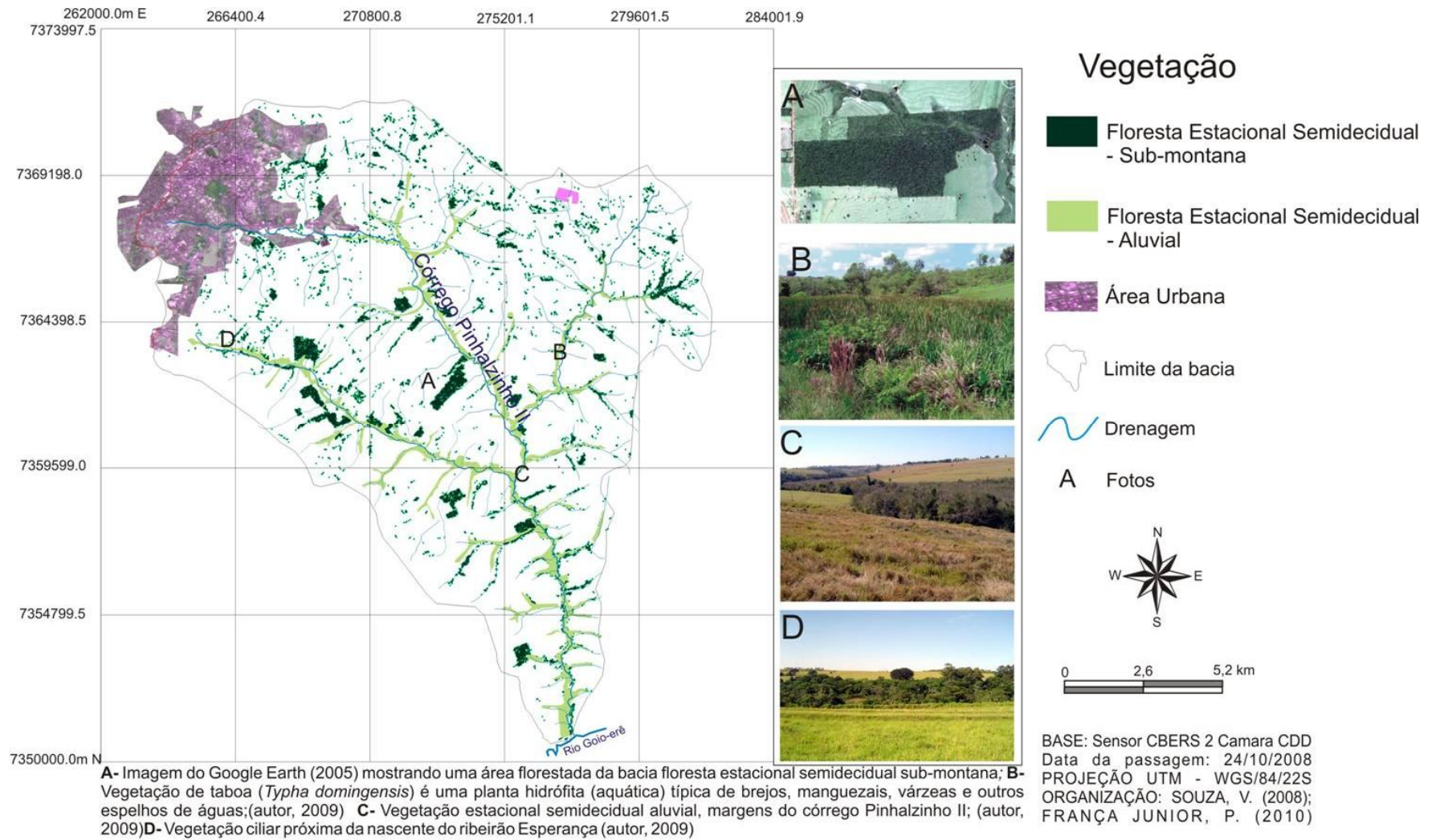


Figura 19 – Mapa de vegetação córrego Pinhalzinho II

5. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS

As características socioeconômicas levantadas nesta pesquisa podem esclarecer os principais fatos do processo histórico da ocupação que decorreram na região de Umuarama desde sua colonização. Os fatores socioeconômicos trazem grandes esclarecimentos quanto à questão ambiental, pois esta pode ser determinada pelas mudanças antrópicas que decorrem numa cronologia de eventos.

O quadro 5 demonstra uma lista de atividades modificadoras do meio ambiente, estando intimamente ligada às características socioeconômicas de uma região.

ATIVIDADES MODIFICADORAS DO MEIO AMBIENTE	
Aeroporto	Usinas termoeletricas
Agroindústria	Rodovias
Aterro sanitário	Irrigação
Barragens	Linha de transmissão
Retificação de cursos d'água	Mineração
Dutovia	Porto
Unidade industrial	Projeto urbanístico

Quadro 5 - Atividades modificadoras do Meio ambiente

Fonte: Adaptado de Fornasari Filho *et al.* (1992)

O processo histórico do município de Umuarama vem de diversos fatores. Um destes fatores está relacionado com a CMNP - Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, que no seu crescente desenvolvimento atingiu a região denominada “Cruzeiro”, onde processou a colonização de uma área de 30 mil alqueires de propriedade de terceiros. Este lote foi entregue à CMNP para a colonização, desta forma surgiu da “Gleba Cruzeiro”: Umuarama, Distrito do Município de Cruzeiro do Oeste.

A fundação de Umuarama segundo IBGE/SIDRA (2008) ocorreu no dia 26 de junho de 1955, na presença dos diretores da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, além de centenas de personalidades convidadas que assinaram a Ata de Fundação de Umuarama, transcrita da seguinte maneira:

“Aos vinte e seis dias do mês de junho de um mil novecentos e cinquenta e cinco, a Cia Melhoramentos Norte do Paraná, representada por seus diretores e chefe de serviço, declara inaugurada a cidade de Umuarama, situada no Núcleo Cruzeiro, quilômetro 522, da Linha ferroviária que de Ourinhos demanda Guairá, municípios de Cruzeiro do Oeste e Comarca de Peabiru. Umuarama, 26 de junho de 1955”.

Segundo IBGE (2008) a criação do município ocorreu no dia 25 de junho de 1960, por força da lei número 4245, que a desmembrou definitivamente de Cruzeiro do Oeste (Figura 20).



Figura 20 - Vista aérea da área urbana de Umuarama em 1963

Fonte: Acervo Muller Conceição, Umuarama – PR, recebido em 05/12/2000

Entretanto, os primeiros habitantes da região segundo Haracenko (2007) eram os índios da tribo Xetas (Figura 21), que viviam na região denominada de “Serra do Dourados” no município de Umuarama. Hoje, devido às condições impostas pelo processo de ocupação promulgada pela CMNP, não são encontrados vestígios de integrantes desta tribo vivendo em seu local de origem.



Figura 21 - Expedição Serra dos Dourados

Fonte: Acervo Cultural de Umuarama, sem identificação do fotógrafo, (1955)

Logo após a civilização indígena, os primeiros habitantes que vieram segundo PMU (2008), foram aventureiros atraídos pela nova região a ser explorada (Figura 22). Os aventureiros vinham dos mais diversos estados brasileiros, sem famílias, tinham hábitos e costumes diferenciados, dormiam em qualquer lugar, trabalhavam na empreitada da derrubada da mata e alojavam-se em pequenas povoações às margens dos rios. Alguns deles vinham com a família, faziam a derrubada dando lugar à plantação de café e cereais em geral. “Foram tempos difíceis, principalmente quando chovia, dificultando os meios de acesso em busca de recursos” (PMU, 2008).



Figura 22 – Chegada de colonos a Fazenda Santa Rosa – Umuarama – PR
Fonte: acervo de Vladimir Kozák, (1958)

Estas características de pequenas propriedades formaram na região uma área rural habitada devido, principalmente, à mão-de-obra familiar que era empregada. Os colonizadores apostaram neste tipo de empreendimento para a obtenção e circulação de capital, que trouxeram uma maior capacidade de aplicação de investimento nos núcleos urbanos (HARACENKO, 2007).

Segundo CMNP (1975), previa-se que os pequenos agricultores gastariam o seu dinheiro nos núcleos urbanos, favorecendo a circulação do capital. Umuarama, cidade planejada, foi contemplada com a vinda de muitos agricultores, apresentado um impulso populacional considerável.

Devido a este fato, a empresa colonizadora colocou em prática um plano de ocupação urbana de autoria do engenheiro Vladmir Babcov, utilizando experiências das cidades planejadas como Londrina, Maringá e Cianorte. Estas cidades, com base no projeto de ocupação da CMNP, serviriam de suporte e infraestrutura para a população da região. Sendo que de cada 15 a 20km iria ser fundada uma vila ou município com a função de receber os produtos produzidos pela zona rural (CMNP, 1975) (Figura 23).



Figura 23 - Vista aérea da região central de Umuarama (1963)
 Fonte: Acervo Muller Conceição Umuarama – PR, recebido em 05/12/2000

As ruas planejadas foram dispostas formando quarteirões retangulares, porém com a inserção de praças, geralmente redondas, das quais partiam diagonais, definiram-se também os lotes irregulares. Ao longo das avenidas foram elaboradas praças rotatórias e cinturões verdes na região central (Bosque dos Xetás). Estas idéias refletiram condicionantes de especulação imobiliária por meio dos loteadores e resultou na expansão e no crescimento urbano de Umuarama (Figura 23).

Passado o processo inicial de ocupação do território de Umuarama, e devido às mudanças políticas e também climáticas, a configuração do espaço rural foi alternando-se. Este município que detinha maior parte de sua população instalada na zona rural, passou por mudanças e em 1980 a maioria da população já residia na área urbana. Os municípios em torno de Umuarama passaram a perder população (PMU, 2008).

Logo após estes fatos históricos, segundo PMU (2008), o município passa a se tornar um grande pólo dos setores: agrícola, alimentício e industrial, gerando o aumento da fonte de renda dos moradores e empregados (figura 24).



Figura 24 Área urbana vista da noite e da área urbana de Umuarama do *Google Earth*
 Fonte: Panoramio, 2010 e *Google Earth* 2005

Devido a sua infraestrutura urbana o município passa a ser detentor de fornecimento de serviços especializados por meio da educação, saúde e cultura. Hoje, desponta como pólo regional da AMERIOS (Associação dos Municípios Entre Rios), onde se encontra a sede e a coordenação desta associação que abrange 32 municípios.

Segundo Zago *et al.* (2004), é evidente que a CMNP foi de grande importância para esse processo, no entanto a (re) ocupação pela CMNP ocorreu em um contexto de aplicação do capitalismo no Brasil. Aparentemente, a empresa visava programar um plano racional de colonização, e também um grande interesse de exploração nas terras adquiridas.

O objetivo principal da CMNP, segundo Tomazi (1997), era a obtenção do lucro, o mais rápido possível. Nas obras consultadas, fica clara a interferência do poder político nos discursos que mostravam apenas o que era interessante o povo saber e ocultaram o que poderia vir a “sujar” a imagem do plano “perfeito” de colonização que o governo aceitou em seu Estado. Os discursos oficiais informam que a ação da CMNP foi pacífica e teve total sucesso. Entretanto há vários relatos da violência contra os índios, posseiros, sertanejos, caboclos, grileiros e contra todos os que o empreendimento não tinha controle, pelo fato de não serem proprietários de terras (ZAGO *et al.*, 2004).

Quanto à população atual, segundo IBGE (2008), o município de Umuarama conta com 95.153 mil habitantes, possuindo assim uma densidade demográfica de 77,23 hab/km², dos quais 87.153 mil habitantes residem na zona urbana, assim, com um total de 92% da população residindo em área urbana, o perfil demográfico do município é urbano.

Visualizando a figura 25 e a tabela 06, observa-se a discrepância com relação à população de Umuarama em décadas passadas, onde o perfil municipal retratava a população em sua maioria moradores da zona rural. Observa-se que em 1970 havia um predomínio de população residente na zona rural, mais de 70%. Em 1980 este já se reduz para quase 40%, e em 1990 para 23%, atualmente, a partir do ano de 2000, menos de 10% da população reside na zona rural. No Ano de 2007 apenas 8% da população de Umuarama residia na zona rural.

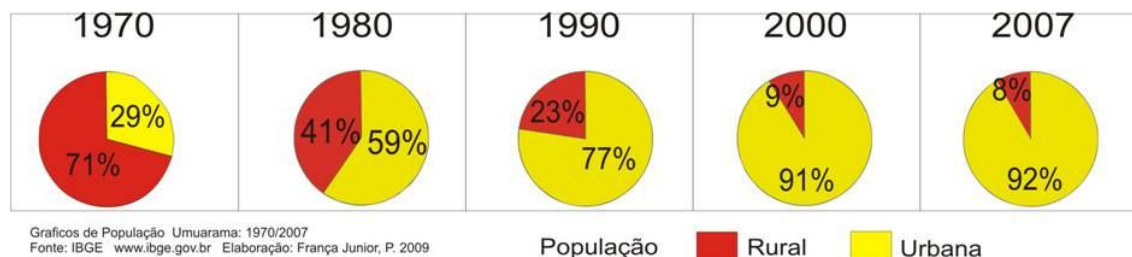


Figura 25 - Evolução da população de Umuarama urbana e rural 1970, 1980, 1990, 2000 e 2007
 Fonte: SIDRA/ IBGE (2009) acesso www.ibge.gov.br elaborado pelo autor

Tabela 6- População de Umuarama 1970-2007

POPULAÇÃO DE UMUARAMA					
CENSO	URBANA	%	RURAL	%	TOTAL
1970	33280	29,3	80417	70,7	113697
1980	59879	59,5	40676	40,5	100555
1991	77541	77,3	22708	22,7	100249
2000	82625	91,1	8065	8,9	90690
2007	87153	91,6	8000	8,4	95153

Fonte: SIDRA/IBGE, (2009)

Observando os dados da tabela 06 constata-se a mudança gradual da população rural para a área urbana. Também na época da sua ocupação, devido ao processo de ocupação efetuada pela CMNP, vieram para a região inúmeras famílias de outras localidades. Corroborando com esta afirmação, Tomazi (1997) relata que num reduzido espaço de tempo, essa região foi fortemente colonizada por fluxos migratórios, que lhe determinaram uma taxa de crescimento duas vezes maior que a média nacional do mesmo período. Esta população primeiramente ocupou as zonas rurais, e posteriormente as cidades.

Como também aconteceu em todo o Estado do Paraná, o êxodo rural fez crescer as áreas urbanas e, conseqüentemente, os problemas ambientais decorrentes do “inchaço urbano” e da falta de planejamento por parte dos gestores. Assim, além dos solos serem muito suscetíveis à erosão IAPAR (1990), os problemas ambientais foram acelerados pela forma de uso e ocupação das terras, principalmente a partir das mudanças sofridas pelo setor agropecuário regional após a década de 1970.

A estrutura agrária característica da região era predominada por pequenos estabelecimentos familiares, expressiva ocorrência de estabelecimentos com parcerias, elevado emprego da mão-de-obra familiar e crescente utilização de insumos modernos, ao lado de uma pecuária extensiva, concentrada num reduzido número de grandes estabelecimentos.

Ocorreu uma distribuição desigual da posse das terras, demarcada pela predominância de um grande número de pequenos estabelecimentos ocupando uma menor proporção de terras, ao lado de um reduzido número de grandes estabelecimentos detendo a maior proporção de terras.

Quanto à condição de produtor, os que não tinham posse da terra e eram chamados de não-proprietários eram os que ostentavam as maiores produções.

Havia um predomínio de estabelecimentos familiares dedicados principalmente a exploração da cafeicultura associada às lavouras temporárias e, às vezes, a pecuária, que foram caracterizados pelo emprego predominante da mão-de-obra familiar e tração animal.

As transformações verificadas a partir de 1970 na região noroeste do Paraná, foram interdependentes ou inter-relacionadas, podendo-se supor que as forças decorrentes das modificações advieram da ação conjunta, tanto da política agrícola (processo de modernização), como de efeitos climáticos adversos (geadas em 1975) e das oportunidades de mercado para o café e para a carne bovina. A menor renda per-capita dos pequenos proprietários reforçou, de alguma forma, a ação dos fatores de modificação mencionados.

Os principais movimentos agrários verificados no período de 1970-1985 segundo (IAPAR, 1990) foram:

- Aumento da concentração da posse da terra, devido à diminuição do número de estabelecimentos, transferência progressiva da posse da terra e incorporação de novas áreas nos estabelecimentos maiores;
- Declínio da atividade cafeeira quer, pela redução do número de estabelecimentos, quer, pela redução da área cultivada;
- Ampliação da atividade pecuária, tanto pelo aumento do número de grandes estabelecimentos, quanto pelo forte incremento na área ocupada com essa atividade econômica;
- Massificação crescente do uso de insumos modernos, via aumento da proporção de estabelecimentos tomados do crédito rural de custeio;
- Mercantilização crescente das unidades produtivas, quer pela compra de insumos modernos, quer pela aquisição de energia para consumo (elétricos e derivados do petróleo), após a devastação das matas nativas sem reposição posterior;
- Redução acentuada de oportunidades de trabalho, pela substituição da área de lavouras permanentes (café), com o maior emprego de mão-de-obra, por pecuária extensiva de baixa demanda de trabalho. Esse processo foi reforçado pelo avanço significativo da moto mecanização;
- Êxodo rural massivo, com a consequente urbanização da população e migração em alta escala para outros estados da federação;
- Mercantilização crescente da força de trabalho humana, pelo avanço das relações de assalariamento no campo. Elevou-se a participação do contingente de assalariados permanentes e temporários, com a redução do efetivo de mão-de-obra familiar ocupada e do total de estabelecimentos com parceiros.

Todas estas mudanças ocorreram na região Noroeste do Paraná alterando os modos de produção e o sistema fundiário segundo IAPAR (1990), os melhores exemplos encontrados, foram duas bacias de pequena ordem, uma situada em Umuarama e outra em Paranavaí.

Logo após esta fase entra no Paraná e consolida-se, uma agricultura inovada com equipamentos e tecnologias de insumos, e novas indústrias. Além de Umuarama outras cidades passaram pelos mesmos problemas relacionados acima, que hoje retratam uma nova fase da economia local.

Trintin (2006) relata que:

...essa diversificação da produção agrícola, ocorreu também uma crescente modernização do setor agropecuário, uma vez que a economia local passou a incorporar uma nova base técnica nos trabalhos agrícolas. Assim, as técnicas mais rudimentares como a utilização da força animal, os trabalhos manuais, entre outros, deram lugar a máquinas e equipamentos mecânicos, incorporando, portanto, um novo padrão tecnológico na sua produção.

É importante ressaltar que estas mudanças alteraram significativamente a estrutura fundiária local, onde a população que vivia no campo passou a ocupar a zona urbana. Essas alterações contribuíram muito para o crescimento desordenado da cidade, na qual alguns bairros não detinham a infraestrutura suficiente para comportar um grande contingente populacional. Os fatores da industrialização e a crescente alteração do meio agrário reproduziram em significativas alterações nos sistemas ambientais locais.

O município de Umuarama, assim como outros municípios do Paraná, detinha sua fonte de renda no campo, passou a depender da indústria e hoje desponta em sua rede de serviços a industrialização, e a agroindústria.

6. RESULTADOS E SISTEMATIZAÇÃO DOS GEOINDICADORES

Dois foram os tipos de geoindicadores levantados e sistematizados. O primeiro refere-se à vegetação, com a distribuição, desflorestação e mudanças no uso e ocupação do solo, representados pelo mapeamento multitemporal do uso do solo de 1970 e 2009. Já o segundo geoindicador está relacionado com os processos de erosão e deposição fluvial, onde foram descritos os depósitos tecnogênicos desenvolvidos sobre as planícies aluvionares, assim como a descrição das mudanças do canal por meio de mapeamento e perfis transversais.

6.1. Vegetação: distribuição, desflorestação e mudanças do uso do solo

O conhecimento da distribuição espacial dos tipos de uso e da cobertura do solo é fundamental para orientar a utilização racional do espaço. Os registros dos fatos em documentos cartográficos demonstram as áreas e a distribuição real das diferentes formas de uso do espaço rural e urbano. O uso e a ocupação do solo como uma análise multitemporal, foi considerado como um geoindicador de mudança devido ao período de ocupação desta área, menor que 100 anos.

O uso do solo pode alterar as características naturais, modificando as quantidades de água que infiltram, que escoam e que evaporam, alterando o comportamento hidrológico da bacia. A proteção dada ao solo pela mata nativa resulta em menores perdas de solo e maior capacidade de retenção de água, especialmente quando comparada ao solo sob culturas anuais ou desnudo, as mudanças no uso também podem intervir em processos de erosão e compactação do solo (SILVA *et al.*, 2003).

As mudanças do uso do solo na região Noroeste do Paraná foram marcadas cronologicamente pelas políticas implantadas pelo governo, para fins de ocupação. A região Noroeste foi um das últimas regiões do estado a ser ocupada, por isso chamada de “Norte Novíssimo”. A forma de ocupação, como já descrito anteriormente no histórico local, foi promovida por uma companhia colonizadora, que foi responsável pela divisão dos lotes, bem como pela fundação das cidades, ou seja, toda a infraestrutura e organização foram comandadas pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná.

Em 1970 na bacia em questão, foram ocupados todos os lotes conforme divisão da companhia. As divisões dos lotes eram feitas no sentido vertical, a partir das estradas que passavam nos divisores d’água, ou seja, era considerado da área do interflúvio, até o canal fluvial que servia de limite entre os lotes (Figura 26).

O uso e ocupação de cada lote se dava conforme a morfologia do terreno (posição topográfica), as áreas de culturas permanentes, como o café, eram plantadas próximas aos topos até a média vertente, a partir daí constituía-se o local das residências e próximas a ela uma área destinada a culturas mistas, contendo pomar, verduras, legumes, e às vezes culturas temporárias como milho e feijão.

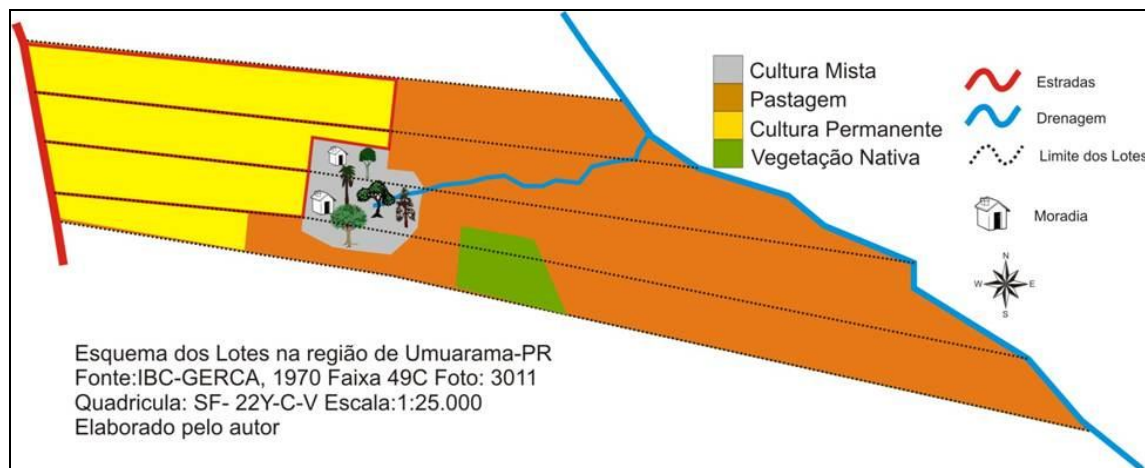


Figura 26 – Esquema dos lotes implementados pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, exemplo do município de Umuarama-PR/1970

Fonte: IBC-GERCA, 1970; elaborado pelo autor

Nas áreas situadas da média a baixa vertente, onde o relevo contém declividades mais acentuadas, próximo das drenagens, a atividade que mais se apresentava era de pastagens, onde os moradores criavam gado. Grande parte dos lotes tinha esse sistema de culturas, onde algumas lavouras eram consorciadas, ou seja, culturas temporárias eram cultivadas entre as ruas de culturas permanentes. Quanto à vegetação natural, apenas alguns relictos foram observados em 1970.

As classes de uso e ocupação da bacia do córrego Pinhalzinho II foram selecionadas dentro das propostas pelo IBGE (2006). Seguindo esta metodologia foram descritos as principais características visualizadas nas fotografias aéreas. Observe na tabela 7 e nas figuras 27 e 28 a classificação com o percentual dos usos de 1970 e 2009.

Tabela 7- - Percentual dos usos em 1970 e 2009 na bacia do córrego Pinhalzinho II

Usos	1970 %	2009 %
Pastagem	46,6	67,1
Cultura Permanente	38,5	0,5
Cultura temporária	Associação com permanente	11,3
Área Urbana	4,1	11,6
Vegetação Nativa	7,8	4,6
Vegetação Campestre	3	4,9
Área da bacia	186km ²	

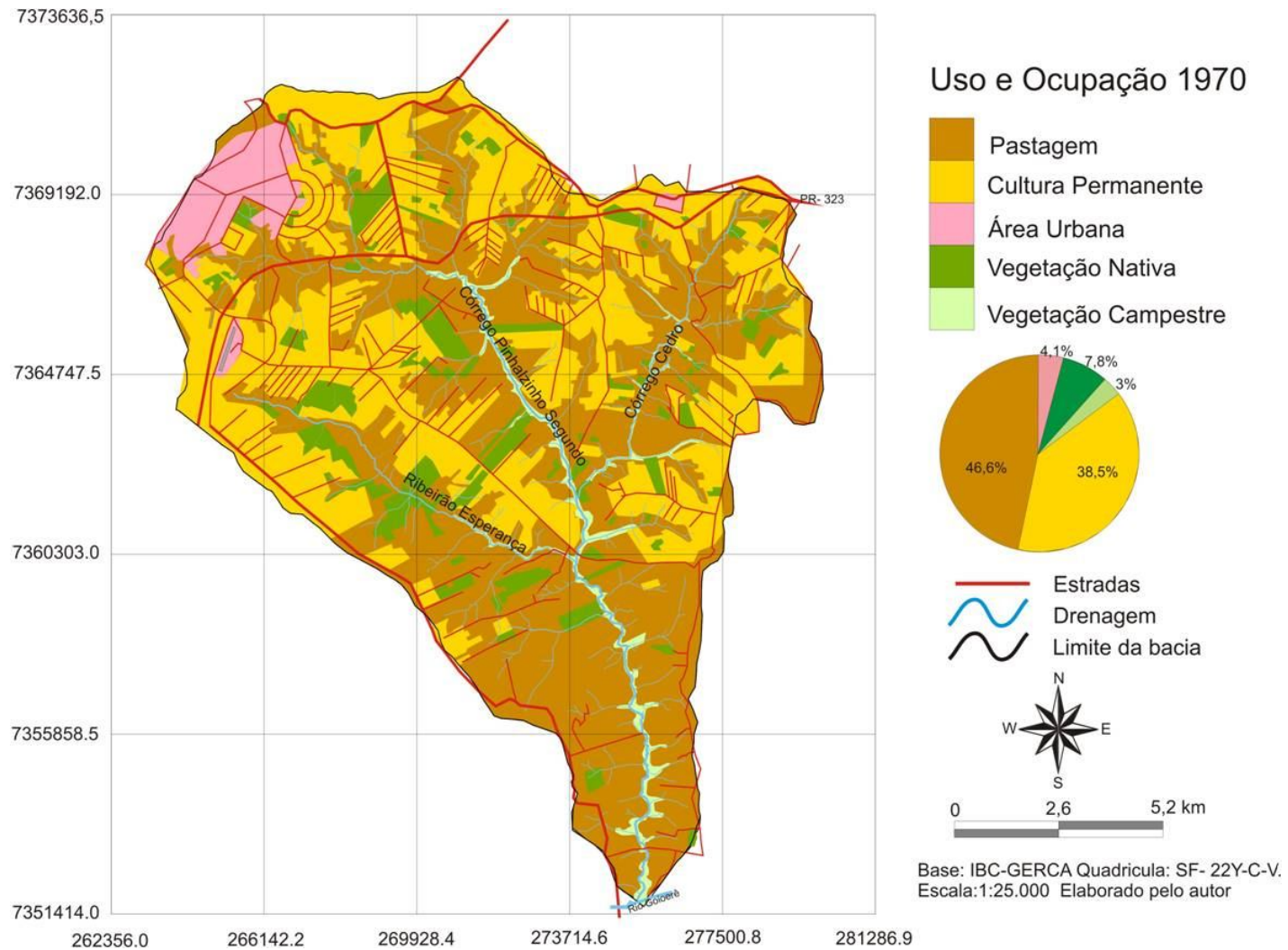


Figura 27 - Carta do uso e ocupação do solo de 1970- bacia do Córrego Pinhalzinho II

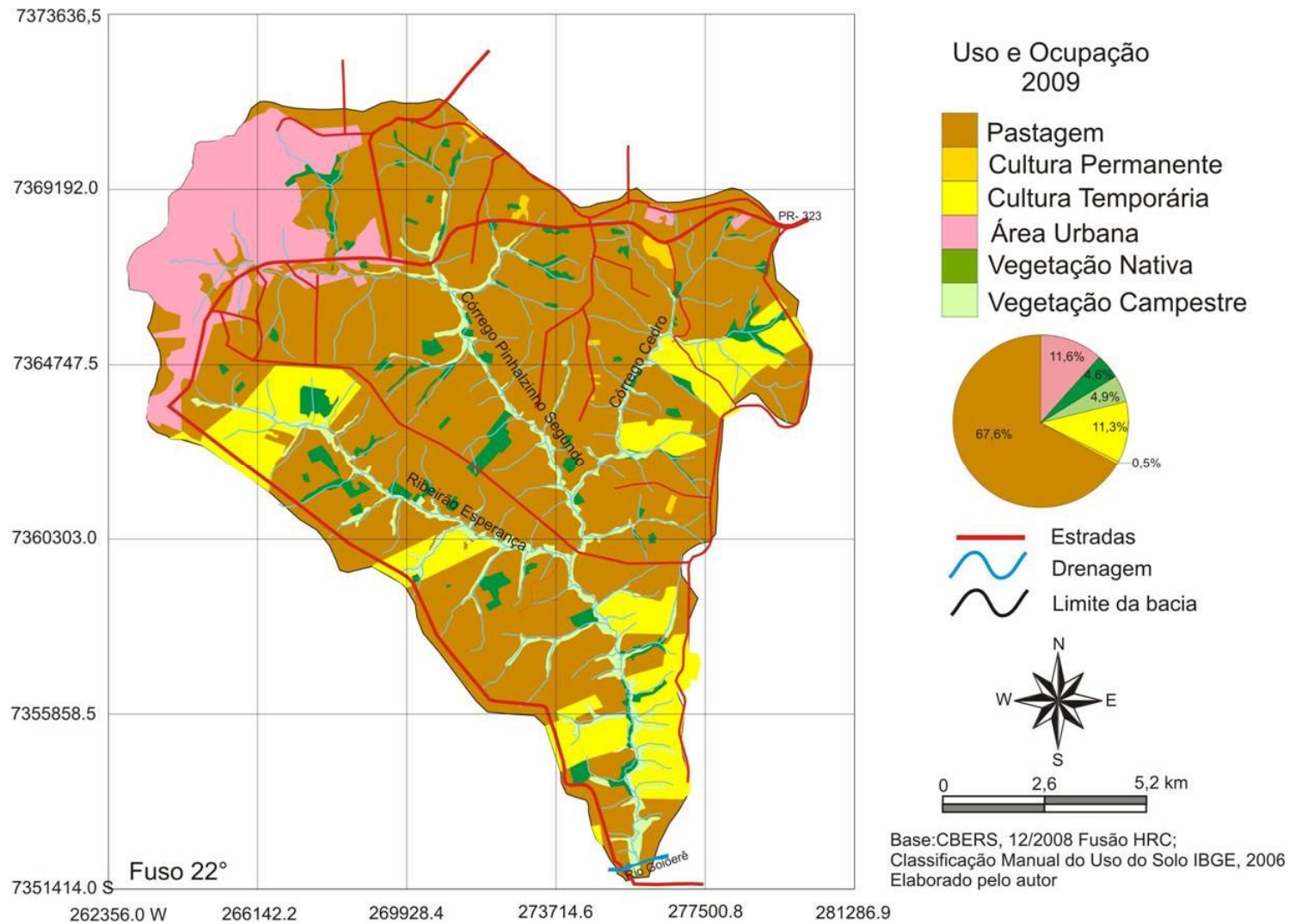


Figura 28 - Carta do uso e ocupação do solo de 2009- bacia do Córrego Pinhalzinho II

Pastagem: Engloba áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante plantio de forragens perenes. Nessas áreas o solo fica normalmente coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros. Em 1970, era a cultura com maior área de abrangência na bacia, disposta nas áreas mais baixas das vertentes, próximas as drenagens, e com predominância na porção sul da bacia. Algumas áreas da porção sul também apresentavam associações com vegetações arbóreas esparsas, configurando-se como área de devastação florestal típica, com introduções de pastagem. Após a grande geada de 1975 (IAPAR, 1990) ocorreu um aumento significativo desta cultura que passou de 46,6 para 67,6% da bacia em 2009, um aumento maior que 20%. É o cultivo que mais adaptou-se às condições naturais e as políticas públicas instauradas.

Cultura permanente: cultura de ciclo longo que permite colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano. Foram observadas em 1970, principalmente culturas de cultivo de café, dispostas nas áreas mais altas do relevo, cerca de 38,5% da bacia. Essa cultura aparece associada entremeios por lavouras temporárias de subsistência: arroz, feijão, milho e legumes. Já em 2009 observou-se a erradicação quase por completa das lavouras de café que passou para 0,5% da bacia. Observou-se em trabalhos de campo apenas alguns fragmentos de silvicultura, fruticultura como alternativas rentáveis.

Cultura temporária: São aquelas sujeitas ao replantio após a colheita, possuindo ciclo de vida muito curto entre o plantio e a colheita, como por exemplo, os cultivos de feijão, soja, arroz, trigo, etc. Na bacia em estudo desde o início da colonização ocorre o plantio em pequena escala no entremeio aos cultivos de café e para subsistência. A partir de 1980 o processo do avanço das culturas temporárias intensificou-se, com o projeto: Arenito Nova Fronteira (FONSECA, 2006) e outras políticas locais, aumentando as áreas plantadas com base na monocultura da soja e milho e atualmente com o avanço da cana-de-açúcar com grande predomínio. Estes avanços desta cultura podem ser observados pelos 11,3% da área com este cultivo.

Área urbana: compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas. Neste caso foram consideradas as áreas urbanas da cidade de Umuarama, do distrito de Lovat e o Aeroporto. Analisando-se as cartas de 1970 e 2009 observa-se um aumento significativo da área urbana de Umuarama, que passa de 4,1% para 11,6%. Este aumento deve-se primeiramente ao êxodo rural, bem como a procura por melhores condições de vida na área urbana. Entretanto, na questão ambiental da bacia é um aumento significativo, pois, as áreas urbanas geram muitas interferências no meio físico, por meio da instalação de redes de esgoto, depósitos de lixo,

rede viária e domiciliar, entre outros, impermeabilizando o solo e alterando a dinâmica hídrica da bacia.

Vegetação nativa: compreende a floresta de origem natural, com porte arbóreo, englobando outras espécies de menor porte. Na região consideram-se os resquícios da Floresta Estacional Semidecidual. Apesar existência da Lei 4771/65, ela não foi respeitada e as florestas foram derrubadas ininterruptamente. Contudo, havia o costume de deixar uma área de floresta para subsistência domiciliar, ou seja, para retirada de cabos de enxada, foice, e também para caças de aves e retirada de plantas para fins medicinais. Em 1970 só havia 7,8% de vegetação nativa, ou seja, o percentual já era baixo. Em 2009, este percentual diminuiu para 4,6% da área da bacia. Ao se considerar a Lei 4771/65 deveria haver 20% de vegetação nativa em cada propriedade, bem como as áreas destinadas para a vegetação ciliar. Este dado demonstra como esta bacia foi alterada. Dos 100% de área com cobertura de vegetação nativa, restam apenas 4,1% em 2009.

Vegetação Campestre: considera-se como campestre as formações não-arbóreas. Entendem-se como áreas campestres as diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversa da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso (IBGE, 2006). Na região de estudo foram mapeadas as áreas denominadas popularmente por “brejos”, são áreas da planície fluvial passíveis de inundação nas estações chuvosas. Nestas áreas foram encontradas diversas plantas características de áreas pantanosas, ou que parte do ano, ficam úmidas. Em 1970, como a vegetação campestre foi destruída juntamente com a vegetação arbórea, sua área foi destinada as pastagens nos fundos de vale e, devido à fertilidade natural do solo nessas áreas, foi aproveitada por muito tempo para esse fim, ocupando 3% da área da bacia. Em 2009, observou-se que ocorreu um aumento da área ocupada pela vegetação campestre para 4,9%, que decorre da aplicação e fiscalização das leis ambientais (BRASIL, 4771/1965) que protegem as áreas de várzeas.

Desta forma, com a elaboração das cartas do uso do solo multitemporais de 1970 e 2009 foi possível a averiguação deste geoindicador que indica alterações da vegetação, desflorestação e mudanças no uso do solo. O mapeamento da evolução da dinâmica do uso e ocupação do solo possibilitou diagnosticar os fatores responsáveis pelos problemas que hoje atuam na bacia, quer natural, quer antrópico. Ou seja, o aumento da área urbana, o desmatamento generalizado, a falta de planejamento urbano e rural, a pauperização do solo.

6.2. Processos de erosão e deposição fluvial

A produção de sedimentos por meio dos cursos d'água reflete a erosão do solo nas cabeceiras e a alteração na acumulação de sedimentos nas áreas baixas da bacia (várzeas, planícies de inundação). Por sua vez, a produção de sedimentos, também é influenciada pelo clima, vegetação, solo, litologia, relevo (influências naturais) e atividades humanas, como o desmatamento, agricultura e urbanização (GEOINDICATORS, 2010).

Os materiais aluviais encontrados na área de estudo são formados pela decomposição da rocha matriz, oriundos dos processos erosivos provavelmente desencadeados pela alta suscetibilidade das rochas e dos solos arenoso a esse processo. Como já foram descritos anteriormente, os solos apresentam teor elevados de areia, são friáveis e considerados com alto risco de erosões. Ao se concentrarem os fluxos hídricos num determinado local, a sua coesão é modificada, e o material é facilmente carregado, ou, pode ocorrer o solapamento e ainda, deslizamentos desses materiais pelas vertentes.

Esses materiais transportados pelos fluxos hídricos são remobilizados para os fundos de vale, onde são carregados pelas drenagens, até que se depositem. Quando se depositam formam extratos de pacotes de sedimentos, principalmente nas margens ou na planície fluvial do canal.

No município de Umuarama os processos erosivos, ocorrem frequentemente causados pelas mudanças de uso e ocupação e, direcionamentos de fluxos hídricos sobre as cabeceiras de drenagens desprotegidas na área urbana. O córrego Pinhalzinho II é o canal que drena grande parte da área urbana de Umuarama, possuindo 11 nascentes dentro ou nas proximidades da cidade.

Desta forma, a construção de bairros, a impermeabilização do solo, bem como, o direcionamento dos fluxos hídricos para estas áreas, causou grandes deslocamentos de sedimentos que foram depositados sobre as planícies fluviais do canal. Estes locais, por deterem materiais com características de alteração física e compor além de sedimentos, outros tipos de materiais como fragmentos de tijolos, lixo, entulhos e folhas de árvores urbanas, foram considerados como “depósitos tecnogênicos”.

6.2.1. Depósitos tecnogênicos da área pesquisada

O local, onde foram efetivadas as descrições dos depósitos tecnogênicos, localiza-se dentro do médio curso do canal (Figura 29), logo após a zona urbana. É um local com muitas características de alteração do meio físico, erosão marginal, o assoreamento do canal e os depósitos aluvionares recobertos de gramíneas invasoras.

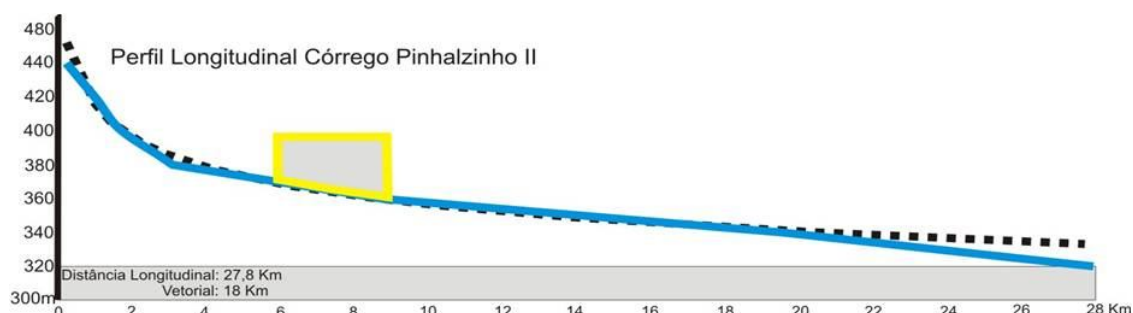


Figura 29 – Perfil Longitudinal do córrego Pinhalzinho II, destaque para o local onde ocorrem os depósitos, e as descrições e coleta de dados

Segundo Oliveira *et al.* (2003) a forma plana dos fundos de vale constitui indicador da eventual presença de depósitos tecnogênicos. Quando confirmados, sua forma de ocorrência, entalhada ou não, indica que os processos erosivos na bacia, responsáveis pela sua formação estão, respectivamente, muito reduzidos ou permanecem ativos.

Segundo os autores, além da forma de ocorrência, várias características do seu conteúdo, como estratificação, composição textural e palinológica, além da presença eventual de artefatos, constituem evidências de diferentes fases históricas do uso do solo na bacia, combinadas com os eventos de chuva do período. Além do depósito, o horizonte de solos soterrados constitui importante elemento para completar a história do ambiente anterior à ação tecnogênica.

Atualmente se constata que em algumas partes o canal, encontra-se assoreado, com alterações de seu perfil no decorrer de ciclos de inundação. Sendo que, num processo natural o tempo de deposição seria maior, pois seria causado principalmente por mudanças no volume de precipitação.

Isso constata-se através da análise faciológica dos depósitos, caracterizados pelos processos deposicionais rápidos com grande volume de sedimentos em situações particulares de evento. Por situar-se próximo de área urbana e por apresentar histórico de feições erosivas nos setores à montante da bacia, denota-se através das descrições faciológicas, que estes pacotes de sedimentos, remetem-se a depósitos tecnogênicos, ou seja, com ação indireta do homem, na sua produção.

Oliveira (1994) em trabalhos de campo caracterizou os depósitos tecnogênicos do Planalto Ocidental Paulista. Devido às características semelhantes de litologia e ocupação, elaborou um quadro que serviu de base para a descrição dos sedimentos encontrados na bacia de estudo (Quadro 6).

As observações de Oliveira (1990, 1993, 1994), na região do Planalto Ocidental Paulista, indicaram que os depósitos tecnogênicos, que ocorrem nos fundos de vales,

testemunharam a dinâmica dos processos erosivos desencadeados pelo uso do solo, desde a erradicação da cobertura vegetal primitiva. Além disso, os depósitos representam descontinuidades dos processos erosivos. As características e seus entalhes demonstram que não há condição contínua de erosão, transporte e deposição, mas sim saltos qualitativos que definem fases bem marcadas da evolução dos processos.

Características		Descrição
DA FORMA DE OCORRÊNCIA	Feições morfológicas correspondentes	Planície de inundação, com lâmina de água rasa, formada por filetes anastomosados e sem caudal definido. Terraço aluvionar com curso d'água em canal entalhado, apresentando paredes abruptas, submetidos à erosão fluvial.
	Cobertura vegetal	Solo nu coberto por taboas, ou gramíneas e arbustos esparsos, mata ciliar ausente.
	Feições de erosão correlatadas	Boçorocas e ravinas
	Em fotos aéreas	Faixas e linhas brancas alongadas, sinuosas e em leque, representando deposições recentes de sedimentos sem cobertura vegetal.
	Na análise dinâmica	Desaparecimento progressivo da mata ciliar. Aumento lateral do depósito e progressão para jusante. Definição e entalhamento progressivos do canal do curso d'água.
	Em relatos de moradores	Soterramento de pontes, monjolos, cercas, etc. Entupimento de canais fluviais e de poços de pesca. Assoreamento de açudes.
DO CONTEÚDO	Cor	Sedimentos de cores mais claras que a dos solos da área fonte.
	Textura	Sedimentos predominantemente arenosos
	Estratificação	Plano-parelela: camadas arenosas dessimétricas de cores vermelha e amarelas e camadas areno-argilosas centimétricas de cores brunas. Estratificação cruzadas nas camadas arenosas.
	Comportamento mecânico	Sedimentos poucos coesos. Camadas arenosas friáveis. Baixa resistência a penetração do trado. Liquefação das areais nos furos a trado, sob o lençol freático.
	Artefatos e obras	Presença eventual de restos de tijolos, telhas, madeiras, vidros, etc. E também de cercas, monjolos, pontes, etc.
	Da base do depósito	Matéria orgânica abundante. Restos vegetais. Carvão e madeira carbonizada.
Do substrato		Solo hidromórfico ou substrato rochoso. Resistência a penetração do trado. Contato brusco com o depósito.

Quadro 6 - Características principais de depósitos tecnogênicos de fundo de vale, induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista

Fonte: (Oliveira, 1994)

Como os depósitos constituem um elemento de ligação entre a erosão e a produção de sedimentos de uma bacia, o seu estudo pode contribuir para o diagnóstico do assoreamento dos reservatórios implantados, ou as mudanças do perfil do canal. Os depósitos permitem caracterizar a dinâmica da erosão, possibilitando reconstruir a história da ocupação e seus

impactos, da mesma forma como a Geologia-histórica ocupa-se das formações pretéritas, buscando caracterizar os paleoambientes de origem.

As intercalações de camadas arenosas e argilosas, plano-parelelas verificadas na área de estudo, bem como a existência de estratificação cruzada nas camadas arenosas indicam fases de deposição de sedimentos, transportados por escoamentos superficiais concentrados, de elevada capacidade de transporte, intercaladas a fases de deposição. O porte das camadas arenosas deve indicar uma combinação de vários fatores entre os quais se destacam a disponibilidade de sedimentos na área fonte e ocorrência de chuvas intensas, capazes de produzir escoamentos de elevada vazão.

Os fornecimentos de sedimentos para formação dos estratos correspondem à remobilização dos materiais provenientes das feições erosivas da bacia no decorrer dos últimos 39 anos. Provavelmente devido à grande impermeabilização e controle das feições erosivas o processo erosivo estabilizou-se nas planícies. O que ocorre ainda hoje é a remobilização dos sedimentos mais antigos para outras áreas, e a formação de erosões marginais.

Nesta nova fase, como descrito por Oliveira *et al.* (1993), Pellogia (1998) o escoamento superficial retomou sua capacidade de transporte, pois não só sofreu redução de carga de sedimentos, como também incremento de vazões, proporcionado pela urbanização, como demonstrado nos gráficos de população. Interrompe-se assim a fase de deposição e inicia-se a de reentalhe do canal fluvial que, retrabalhando os depósitos, lança os sedimentos para a jusante da bacia.

Constata-se que, em algumas partes, o canal encontra-se assoreado, com alterações de seu perfil no decorrer de tempos curtos. Sendo que em outras áreas em seus processos naturais normais, o tempo de deposição seria maior, causadas principalmente pelas oscilações meteorológicas.

Os resultados das deposições desencadeadas pelas erosões remontantes e remobilização de sedimentos são os depósitos tecnogênicos que são descritos nas folhas seguintes (Figuras 30, 31, 32, 33 e 34). Os locais e algumas características da área de pesquisa estão dispostos na figura 31. Esta apresenta as planícies de inundação, as áreas com erosão marginal, áreas úmidas, paleocanais, e os locais onde foram efetivadas as análises.

Observa-se que a formação destes depósitos está ligada diretamente ao assoreamento do canal, que, por sua vez, devido à demanda de sedimentos começou a meandrar sobre a planície e depositar, formando grandes depósitos. As sondagens 1 e 2 (Figuras 31 e 32) e

trincheiras 1 e 2 (Figuras 33 e 34), demonstram claramente fases de deposição diferenciadas, desencadeadas por vazantes e cheias de ciclos curtos, médios e longos.

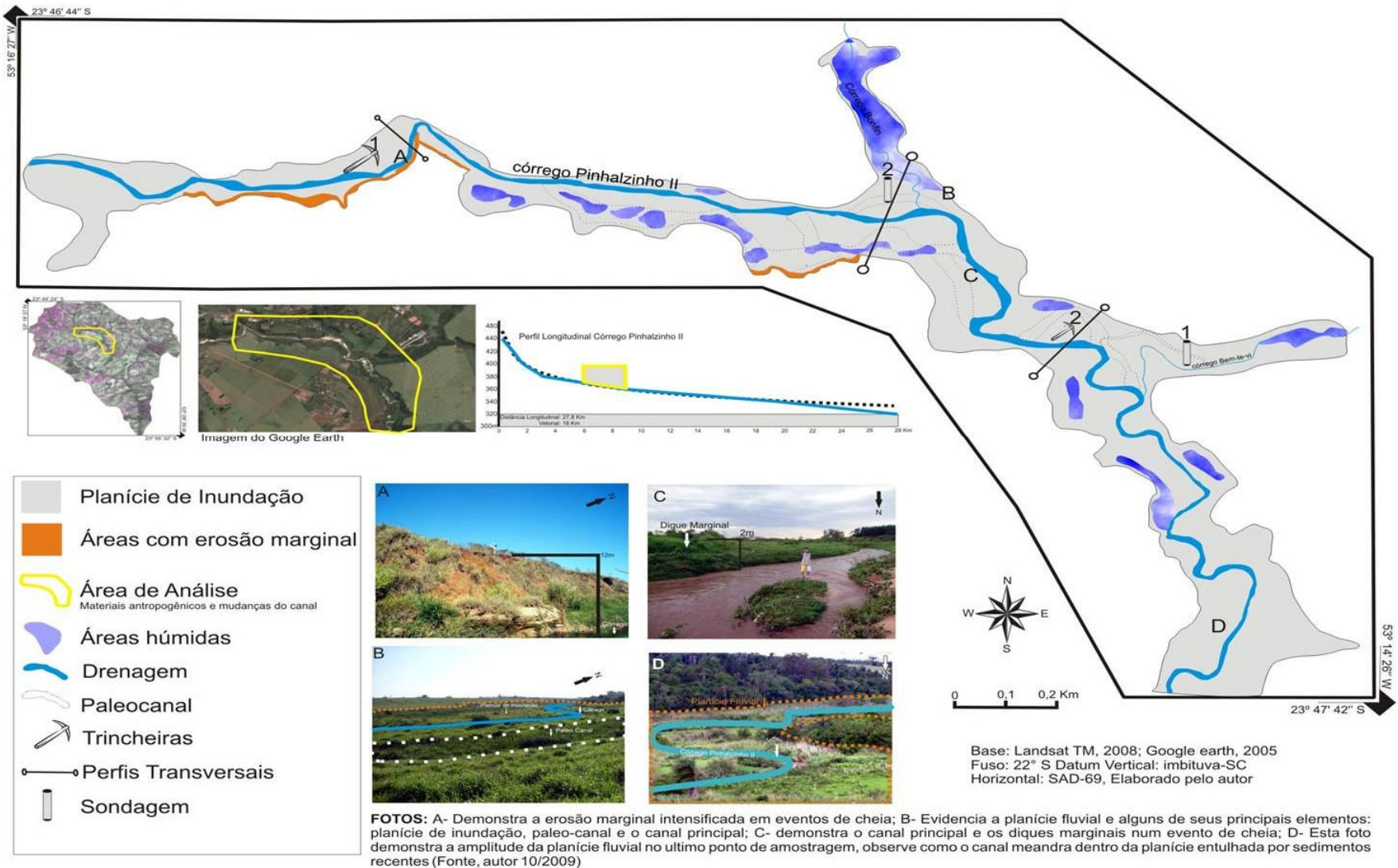


Figura 30 – Trabalhos de campo e formações geomorfológicas no curso médio da bacia do córrego Pinhalzinho II

Sondagem 1: córrego Bem-te-vi



Aflente da margem esquerda do córrego Pinhalzinho II. Na área de contato do aflente com o pinhalzinho, formaram-se depósitos intercalados com areia fina, média e argila. Forma-se um terraço de aproximadamente meio metro acima da margem construída pelo aflente. (a sondagem foi feita na entrada da várzea, após este terraço).

Ponto da sondagem: X: 270876 Y: 7367716 alt. 340

Camada 1- possui 60cm de sedimento com alto teor de argila e fragmentos de gramineas, coloração escura devido a grande quantidade de matéria orgânica.

Camada 2- possui 90cm de sedimento com alto teor de areia grossa, e estratificações plano-paralelas de areia fina, média e grossa. observa-se fragmentos de plásticos e pedaços de madeira na base da sonda.

Observação: as fotografias ao lado mostram o local onde foi efetuado a sondagem. Em 1998 ocorreu o mudança do canal, onde este meandrou e ocupou a planície de inundação do córrego Ben-te-vi. Provavelmente a sondagem foi efetuado neste local, devido as duas camadas bem marcadas por um processo de deposição aluvionar e outro por deposição lântica com grande presença de matéria orgânica. O local em 10/2009 possuía um planície recoberta por gramineas e intercaladas com vegetação de áreas húmidas: Taboa (*Typha domingensis*).



Figura 31 Sondagem 1- foz do córrego Bem-te-vi



Figura 32 – Foto1-Sondagem 2 córrego Bonfim; Foto 2- croqui destacando os processos de deposição e erosão em 1998

Trincheira 1- córrego Pinhalzinho II

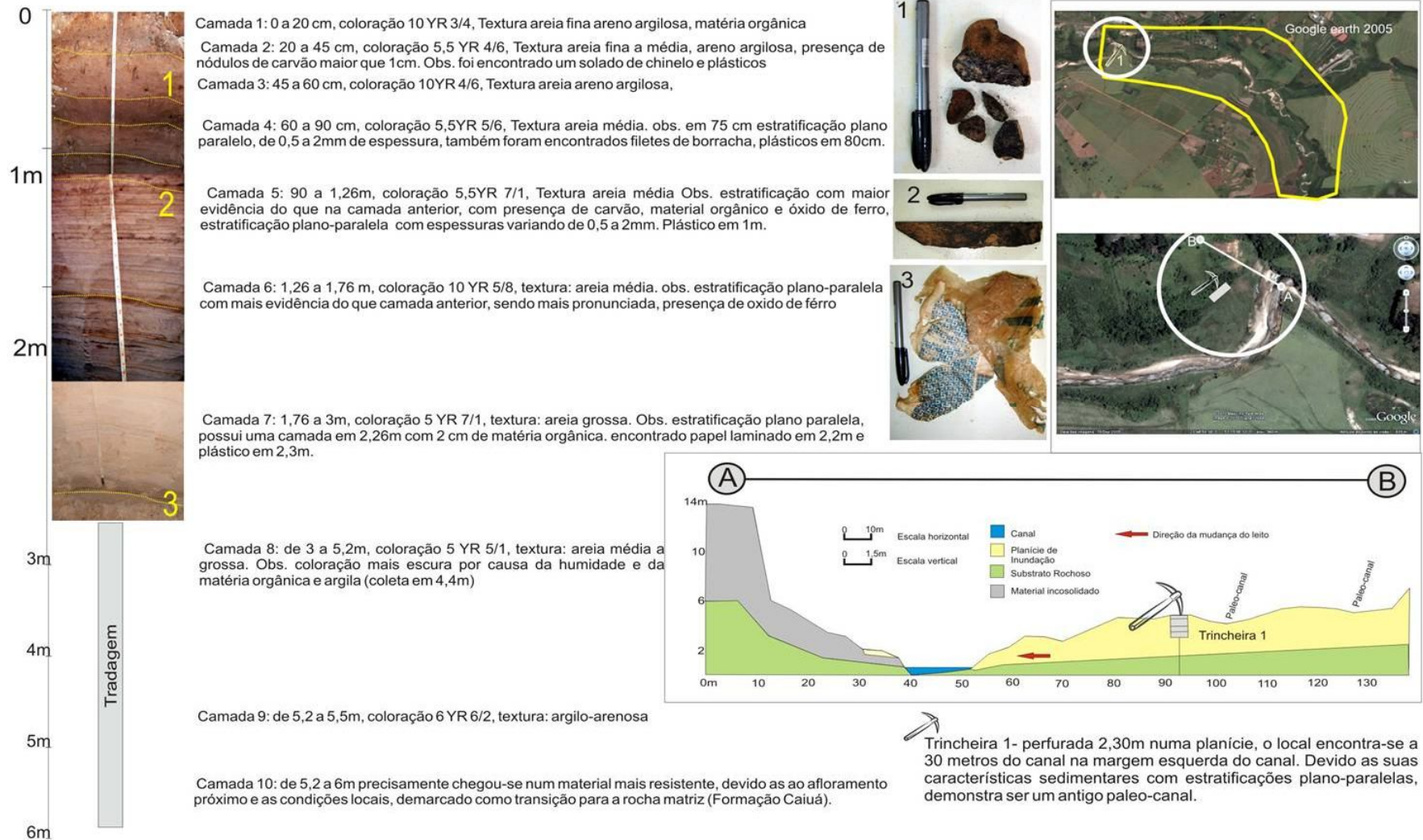


Figura 33 Descrição trincheira1- córrego Pinhalzinho II

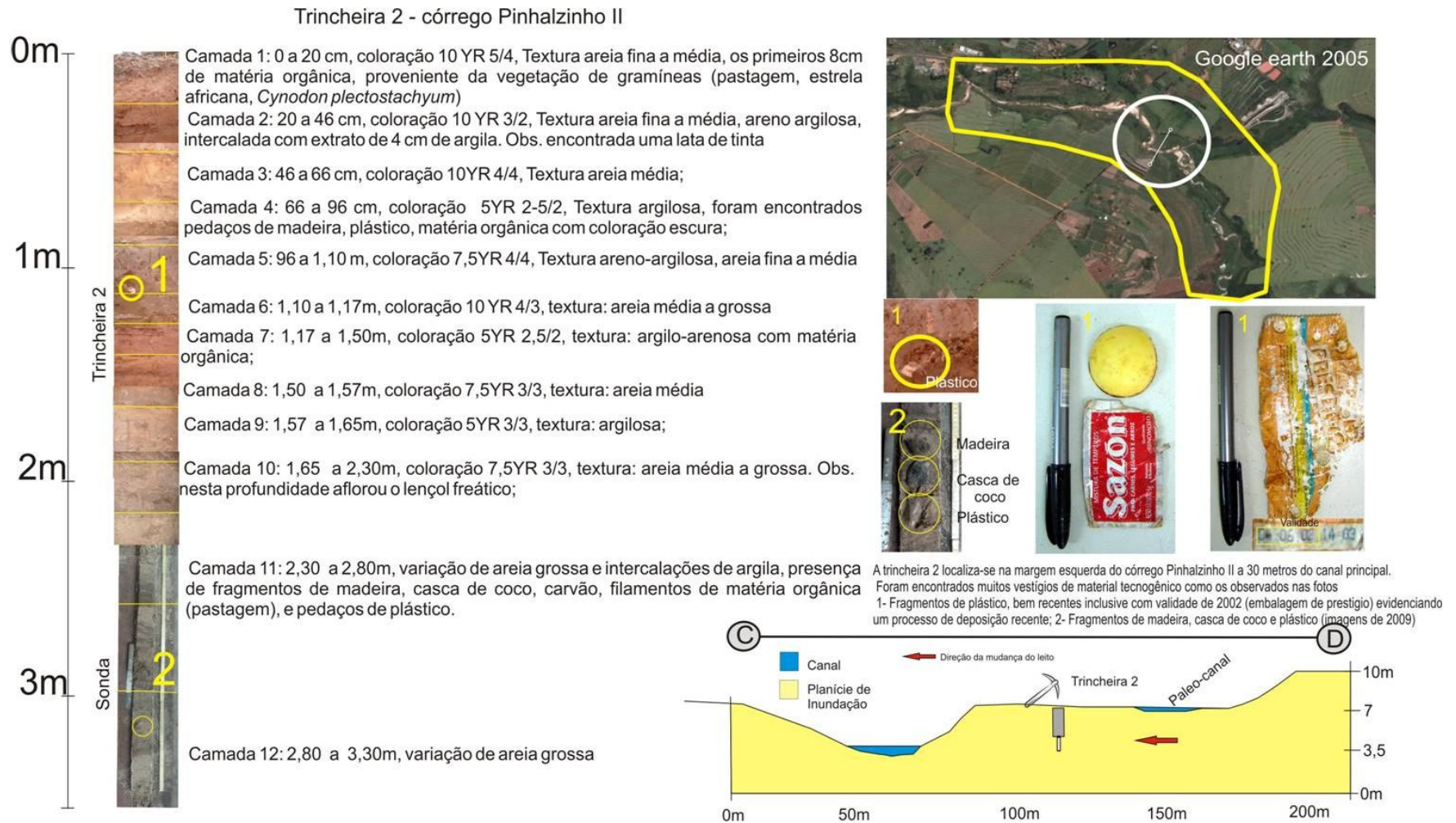


Figura 34 Trincheira 2- córrego Pinhalzinho II

Na descrição climática da região realizada anteriormente, observamos os anos com *el niño* o que proporciona chuvas intensas na Região Sul do Brasil. Um exemplo que aconteceu em 1998, a precipitação chegou a aproximadamente 2000mm anuais para a região da bacia em estudo. Desta forma foram identificados um dos maiores ciclos de erosão nesta região (figuras 35 A-B), que foi documentado por Souza (2001). Este fato demonstra interferências naturais climáticas, associadas pela ação indireta do homem, com a abertura de áreas para loteamentos na área urbana de Umuarama, desmatamentos e ausência de vegetação ciliar.



Figura 35 A- Dragagem do canal em 1998 devido a grande quantidade de sedimentos; B- Córrego Pinhalzinho II próximo da área urbana, com processo de assoreamento em 1999

Fonte: Souza, 2001

6.2.2. Mudanças no padrão de drenagem

Os fluxos aluviais são formas de relevo dinâmicas sujeita a mudanças rápidas na modelagem do canal e do fluxo. Os fluxos de carga de sedimentos determinam a dimensão de um canal e seu fluxo (largura, profundidade, inclinação e meandramento). As alterações na morfologia do canal, em poucos anos, indicam variações na água e/ou sedimentos. Por exemplo, aumentar a largura do canal, indica que aumentou a descarga e/ou pode ocorrer um aumento na carga de sedimentos grosseiros, ao ponto que a diminuição na largura indica o contrário. A razão largura/profundidade tende a aumentar com a erosão nas margens e cargas pesadas. Em curto prazo as mudanças do canal poderiam ser uma resposta a inundação, enquanto que em longo prazo, uma sequência de eventos pode refletir mudanças fundamentais no canal e na carga de sedimentos (GEOINDICATORS, 2010).

Ainda o mesmo instituto de pesquisa, salienta que a morfologia da corrente é sensível a mudanças de magnitude de sedimentos e água. Os resultados destas alterações é a degradação ambiental, com a formulação de erosões lineares e marginais, bem como o acúmulo de material no leito e sobre as planícies. Estas alterações na morfologia da corrente estão ligadas intimamente às mudanças no uso da terra e desmatamentos. A maioria das grandes mudanças na morfologia dos canais em uma curta escala de tempo, está ligada a ação antrópica.

Seguindo os mesmos preceitos da discussão acima, se constata que dois mecanismos têm o maior impacto sobre as propriedades hidrológicas de um rio, são as mudanças de cobertura do solo e mudanças climáticas. Mudanças na cobertura do solo, especialmente quando se modifica e se instala outro tipo de uso, como por exemplo, alteração de áreas de florestas e pastagens em áreas para agricultura, ou a construção de áreas urbanas no lugar de áreas agrícolas. Estas duas características controlam as propriedades da demanda por evapotranspiração, taxas de infiltração e, conseqüentemente, a quantidade e intensidade de escoamento superficial, expressas em reduções ou aumentos no fluxo de água durante os eventos extremos. Essas mudanças alteram o equilíbrio energético local e a composição de espécies dominantes.

Com base nas alterações observadas nos mapeamentos em campo, perfis transversais elaborados e nos depósitos tecnogênicos observados, chegou-se a uma síntese (Quadro 7) de descrições e observações com relação as mudanças que ocorreram entre 1970 e 2009 na área escolhida para a análise detalhada.

Mudanças do canal	1970	2009
Leito	Conforme moradores locais o leito apresentava leito em V, com talvegue definido, água límpida, no setor médio e baixo da bacia. (moradores locais)	Praticamente nas áreas visitadas verificou-se sem talvegue definido, canal largo e raso, largura média de 5 metros e profundidade média de 20cm; canal assoreado devido à grande presença de sedimentos.
Planície fluvial	Presença de planície fluvial a partir do setor médio da bacia. Existência de vegetação de gramíneas com ocorrência de taboa (<i>Typha domingensis</i>).	Terraço alto e amplo, inundações frequentes em eventos de precipitação intensos na área urbana. Planícies formadas atualmente com um volume de sedimentos recentes que formam depósitos recobrindo as antigas áreas de várzeas da planície de 1970.
Erosão	Erosões nas cabeceiras de drenagem, devido ao início da urbanização da cidade de Umuarama; mudança no uso do solo com grande presença de cultivo do café e desmatamentos.	Processos erosivos em eventos de precipitação intensa, caracterizado por erosão marginal e linear nos canais próximos as áreas urbanas.
Vazão	Vazão constante alimentada pelas nascentes, lençol freático. Início da urbanização ocorrendo aumentos da vazão e transporte de sedimentos em períodos chuvosos.	Vazão controlada no setor urbano demandado principalmente pelo uso urbano (comércio, indústrias, população); em eventos de precipitação intensa, o volume de água aumenta subitamente, extrapolando os diques marginais inundando toda planície fluvial.
Vegetação	Presença de taboa (<i>Typha domingensis</i>), gramíneas, e esparsas manchas de floresta aluvial.	Presença de gramíneas invasoras, sem vegetação ciliar, apenas resquícios de taboas em lugares úmidos onde não sofrem alterações do canal.
Várzea	Área comum, próximo as drenagens, formadas a partir da oscilação do lençol freático.	Formadas a partir do afloramento do lençol freático.
Carga de sedimentos	Os sedimentos tinham uma dinâmica natural de deposição, após a construção da área urbana, provavelmente um aumento da carga.	Aumento significativo da carga de sedimentos, provenientes da erosão linear, marginal e das cabeceiras de drenagem, principalmente da área urbana. Também pelas galerias pluviais, devido à lavagem das calçadas, ruas e residências em eventos de precipitação intensa.

Quadro 7 - Alterações verificadas na bacia do córrego Pinhalzinho II (1970-2009)

6.2.3. Descrições dos perfis transversais

Os perfis transversais foram elaborados com o objetivo de demonstrar com maior grau de detalhamento as alterações descritas no quadro 7. Os perfis de 2009 foram feitos a partir de trabalho de campo, enquanto os perfis esquemáticos de 1970, demonstraram como seria o perfil do canal naquele momento, com base em observações e registros fotográficos. Além dos perfis, as fotografias aéreas de 1970, fotografias de 1998, imagens de satélite de 2005 e 2009, trabalhos de campo de 2009 ajudaram na visualização das alterações verificadas. Os perfis elaborados a partir de fotografias aéreas de 1970 e trabalhos de campo (2009) revelaram mudanças geomorfológicas nas áreas próximas as margens.

Perfil A-B

Observa-se nas figuras 36 e 37, perfil A-B, um esquema das condições representativas dos anos de 1970 e 2009 e fotografias de 1998 tiradas por Souza (2001). Em 1970, nesta região da bacia, as alterações não eram muito significativas, mas comparando-se ao perfil de 2009 observa-se uma alteração do talvegue do canal para a direita (posição montante). Numa escala métrica o canal mudou cerca de 80 metros do talvegue natural, também foram observados a formação de uma planície de inundação recoberta de gramíneas com sedimentos remobilizados de origem antropogênica (apresentando restos de entulhos, lixo, galhos e etc) todo deformado por paleocanais que em eventos de cheias reativam-se. Devido ao grande volume de água, oriundo da zona urbana de Umuarama, o canal apresenta uma tendência de erodir na margem direita causando a erosão marginal. Devido à erosão foi talhado um talude na margem direita do canal com mais de 8 metros de altura, que ainda hoje avança sobre a vertente em eventos de vazões intensa.

Perfil C-D

As verificações do perfil C-D segue a jusante do perfil A-B. Apresenta-se com as mesmas características do perfil anterior ou seja, a formação de uma grande planície aluvial, meandramento do canal, alargamento do canal, formações de diques marginais, mudanças do canal representado pelos paleocanais, áreas úmidas e materiais aluviais/tecnogênicos com estrutura, textura e deposições a céu aberto (Figuras 38 e 39).

Além disso, observa-se a mudança do nível de base, com a formação de áreas alagadas que não existiam anteriormente. Com o assoreamento do canal, o fluxo de água passa a correr sobre os sedimentos. Em 1998 o processo assoreamento foi intenso, alterando-se assim o nível

de base. Atualmente o canal está passando dois metros abaixo do que passava em 1998 (constatações em campo e observações de fotografias).

Perfil E-F

Este perfil é a montante do perfil C-D, não foi colocado na sequência devido ao andamento dos trabalhos de campo, entretanto as características de alteração são bem significativas, com alterações não visualizadas nos outros perfis (Figuras 40 e 41).

Observando da esquerda para a direita o perfil atual, observa-se uma quebra de ruptura que representa um processo de erosão marginal ocorrido provavelmente entre os anos de 1997 e 1999. As figuras disponíveis em Souza (2001), datadas de 1998, demonstram estas evidências em todos os perfis.

Neste mesmo perfil observa-se a formação de paleocanais, e o principal é um canal raso e largo. Na margem direita observa-se uma ampla área pantanosa, parcialmente alagada com vegetação de áreas úmidas. Essa mesma área em 1970 era uma área com pastagens e limpa. A partir do assoreamento do córrego Pinhalzinho II, têm-se evidências que o canal tenha alterado seu nível de base, alterando desta forma a entrada de outros afluentes com menor volume d'água. Barrada a entrada de água no canal principal, o córrego Bonfim, um afluente, passou a formar uma ampla planície de inundação, atualmente comportando-se como várzea. Nos eventos de cheia, o canal principal influencia no nível de água e sedimentos nesta planície.

O córrego Bonfim que deságua no Pinhalzinho II não possui potencial suficiente para transpor a barreira de sedimentos fornecida pelo canal com maior caudal, isso lhe impõe uma barreira natural represando suas águas a montante, reformulando uma nova feição no relevo da região.

Como foi explicado anteriormente no perfil C-D a alteração no nível de base foi desencadeada pelo assoreamento do canal. Em 1970 o canal funcionava normalmente, já em 1998 ocorre um fato expressivo, o canal principal barra seu afluente represando-o, processo que ainda permanece ativo (observação *in loco*).

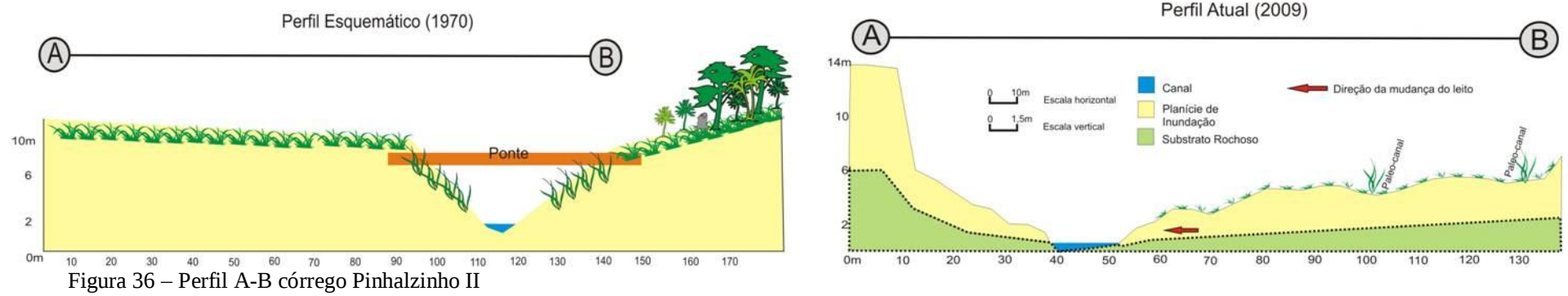


Figura 36 – Perfil A-B córrego Pinhalzinho II

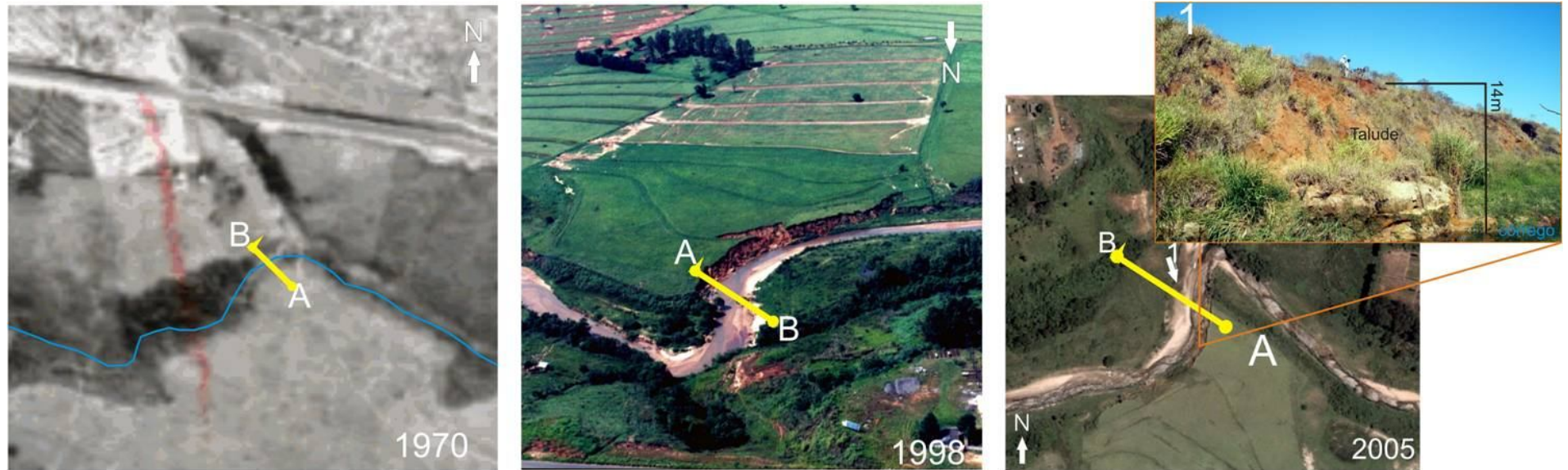


Figura 37 Localização multitemporal do perfil A-B 1970 -1998-2005 córrego Pinhalzinho II
Fontes: IBC-GERCA (1970) SOUZA (2001); *google earth* (2005)

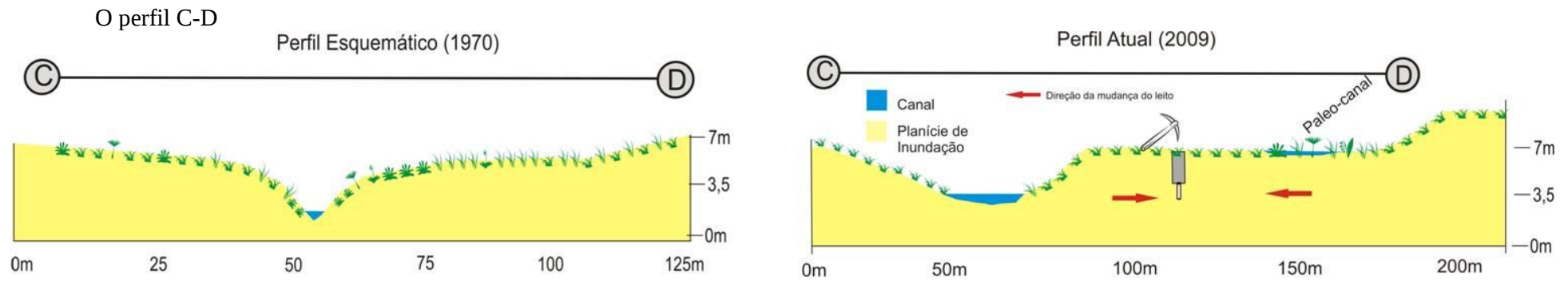


Figura 38 – Perfil C-D córrego Pinhalzinho II



Figura 39 – Perfil C-D nos anos de 1970, 1998 e 2005 córrego Pinhalzinho II
Fontes: IBC-GERCA (1970) SOUZA (2001); Google Earth (2005)

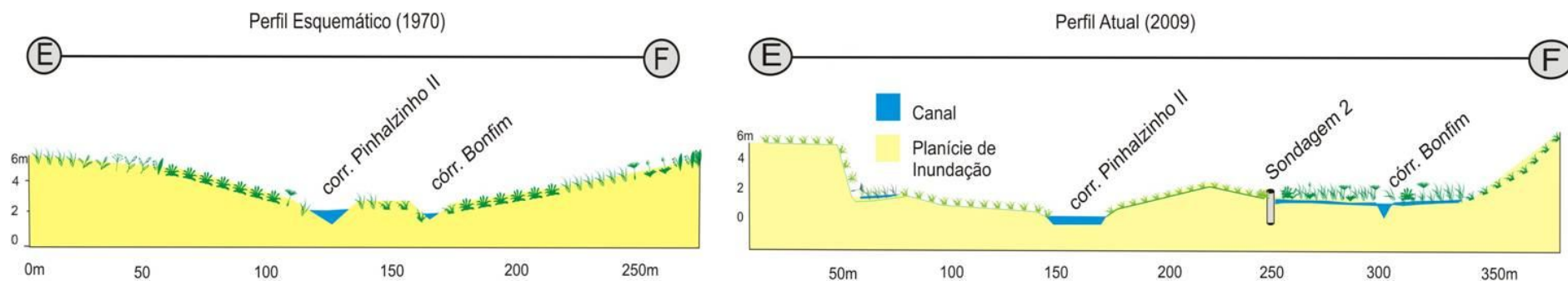


Figura 40 - Perfil transversal E-F

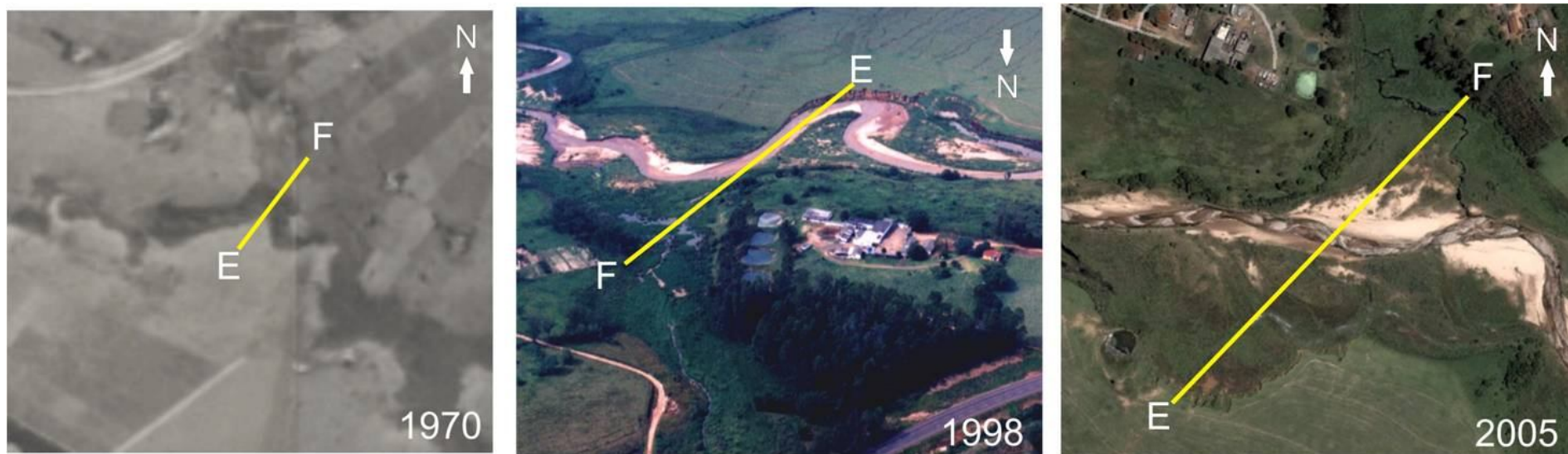


Figura 41 - comparação das alterações num mesmo ponto do canal em 1998 e 2005 córrego Pinhalzinho II
Fontes: IBC-GERCA (1970) SOUZA (2001); Google Earth (2005)

6.2.4. Mudanças do canal em 1970 e 2009

Ainda seguindo o mesmo preceito das alterações dos perfis descritos anteriormente, nesta parte da dissertação evidenciam-se às alterações numa escala maior, abrangendo as cabeceiras de drenagens e o setor médio da bacia para os anos de 1970 e 2009 para efeito de comparação, foi feito também um *croqui* representativo de 1998, que remete as alterações geomorfológicas significativas (Figura 42).

Observa-se que em 1970 as mudanças mais significativas do canal advinham das feições erosivas nas cabeceiras de drenagem dentro da área urbana da cidade de Umuarama. Após as erosões constatou-se uma planície entulhada de sedimentos arenosos (Figuras 43 e 45). No restante dessa área mapeada foi constatado que, áreas com vegetação ciliar eram apenas alguns fragmentos no contexto. O canal ainda possuía características naturais, mas com influências antrópicas significativas à montante.

No setor mais à jusante observou-se feições erosivas na margem esquerda (segundo a descrição de moradores locais o asfalto cedeu e vários m³ de sedimentos e entulhos foram parar no córrego), denota-se que a inserção deste material pode ter acarretado na migração do fluxo do canal para a margem direita, provocando assim formação de feições erosivas marginais.

Em 2009 foram identificadas várias alterações no canal como: formações de paleocanais, áreas úmidas, as erosões marginais, o alargamento do canal, e os paleocanais (recentes) formados a partir do rompimento do dique marginal, o aumento da planície de inundação, e a formação de depósitos tecnogênicos (Figuras 44, 46). Os detalhes podem ser identificados nas descrições dos perfis transversais (Figuras 36 à 41) e dos depósitos tecnogênicos, já relatados (Quadro 7).

Segundo Oliveira et al. (1994) atualmente, nas bacias onde a erosão diminuiu de intensidade, o que é mais frequente nas áreas rurais do Oeste Paulista os depósitos estão passando por uma fase de entalhamento e remobilização dos sedimentos mais para jusante, quando os cursos d'água não se encontram represados. Entretanto, sob condições de uso do solo inadequado, como nas expansões urbanas imprudentes, esta tendência é rompida e os entalhes são re-preenchidos por sedimentos produzidos por novas erosões.

O mesmo processo pôde ter ocorrido na bacia em estudo, onde os diques marginais estavam recobertos de sedimento sem definição, e atualmente possuem até 3m de altura em relação ao canal. O canal reentalhou os depósitos e remobilizou para a jusante os depósitos atuais reformulando novas feições na planície.

Os geoindicadores destacados nestes mapas relatam a adaptação do sistema fluvial a esta nova condição imposta pela ocupação urbana, com grandes áreas impermeabilizadas. Assim, constata-se a influência antrópica condicionando o meio natural a uma readaptação.

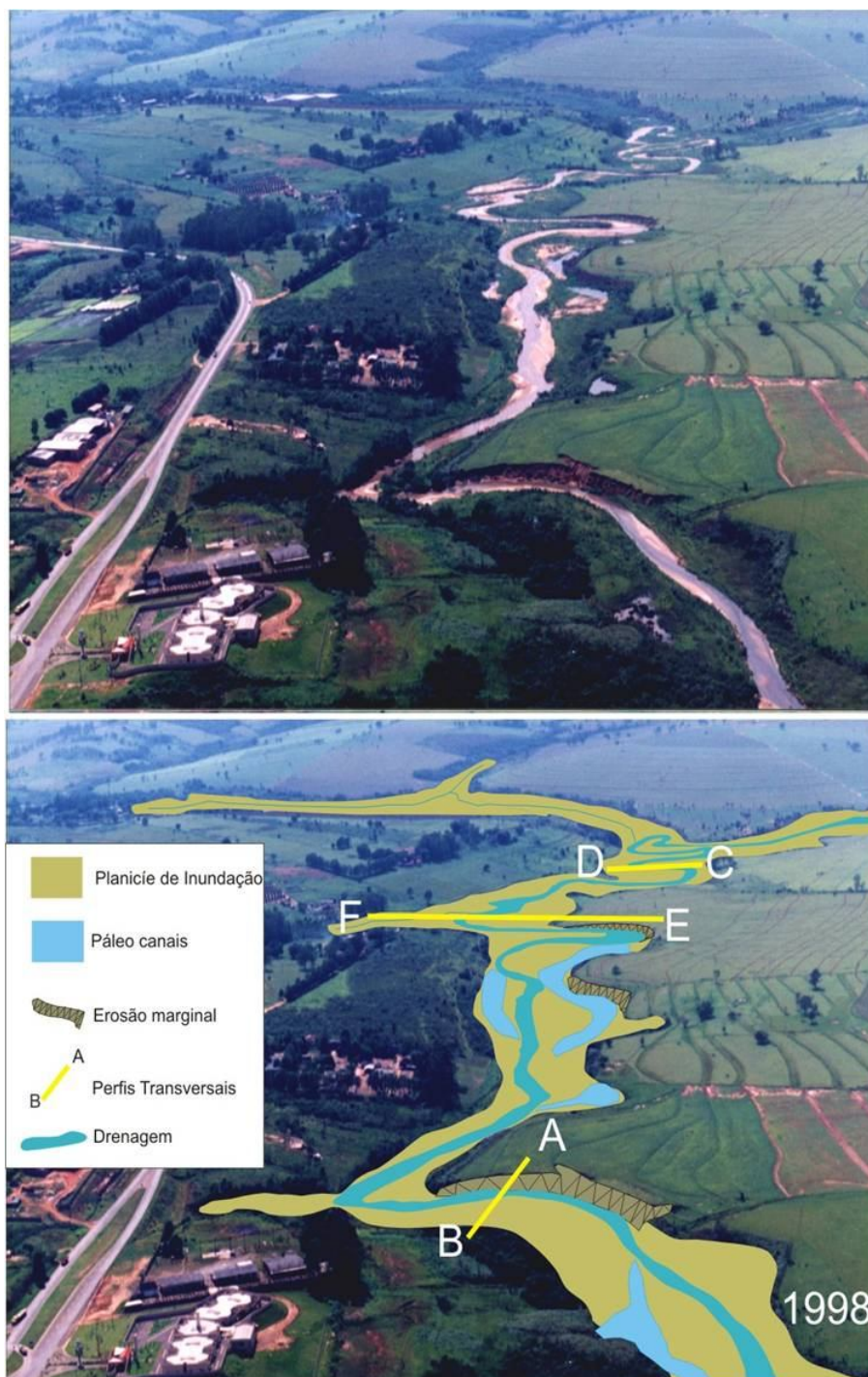


Figura 42 *Croqui* representando características geomorfológicas do córrego Pinhalzinho II em 1998
Fonte: Souza, 2001; *Croqui*: autor

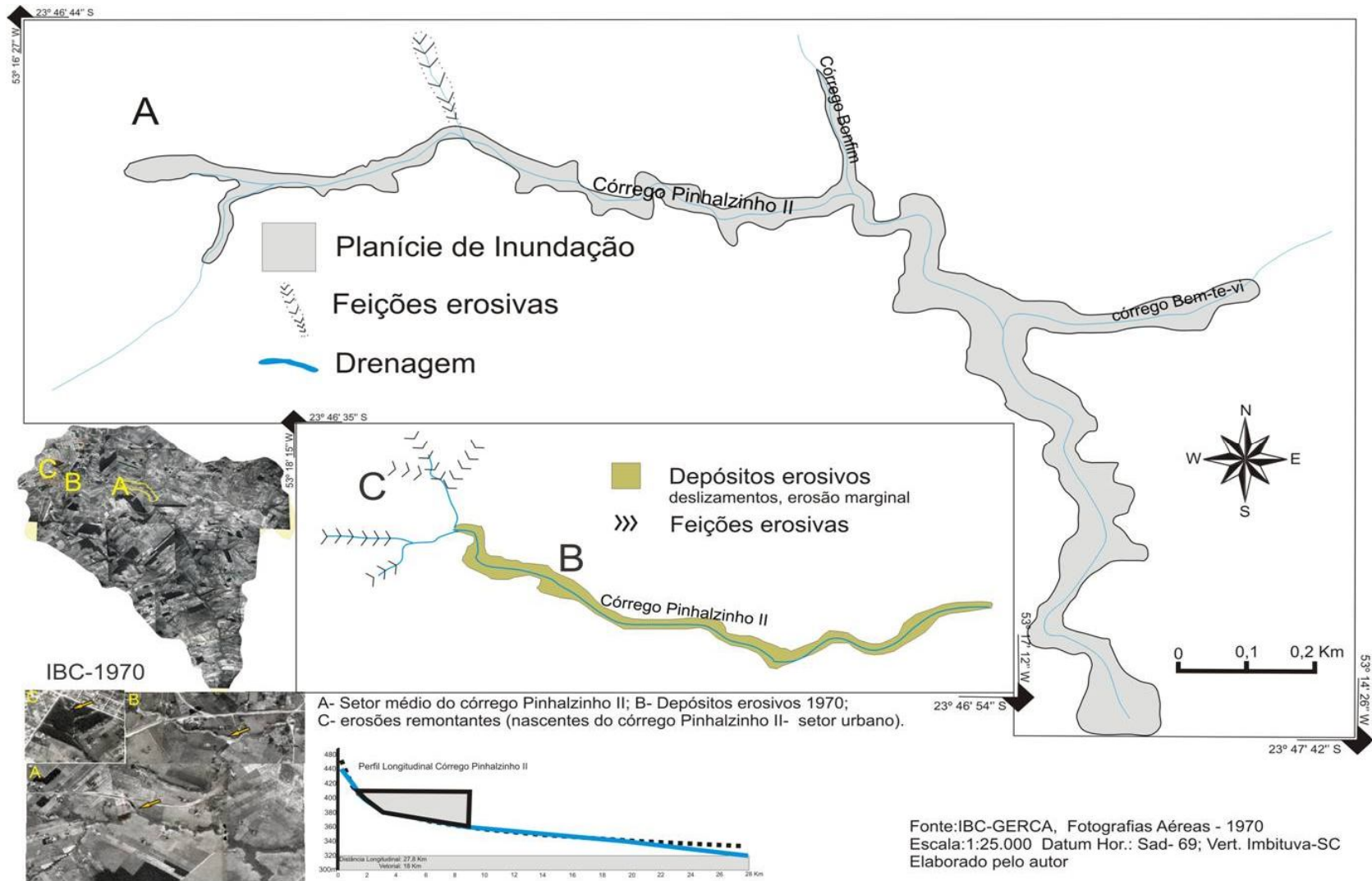


Figura 43 Mudanças no canal em 1970- mapas de localização, perfil Longitudinal, localização de depósitos e feições erosivas

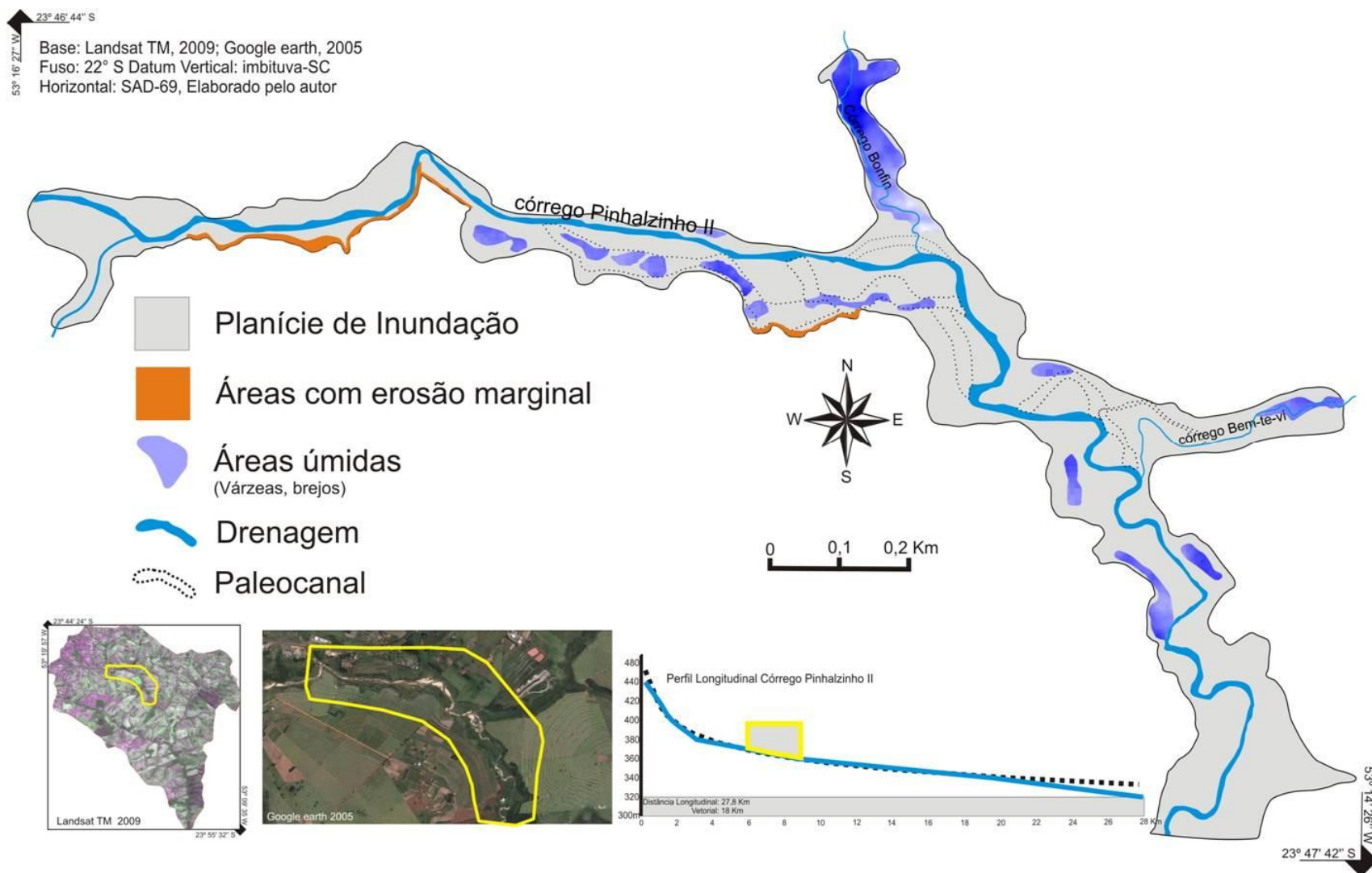


Figura 44 - Mudanças no canal em 2009: mapa de localização; perfil longitudinal

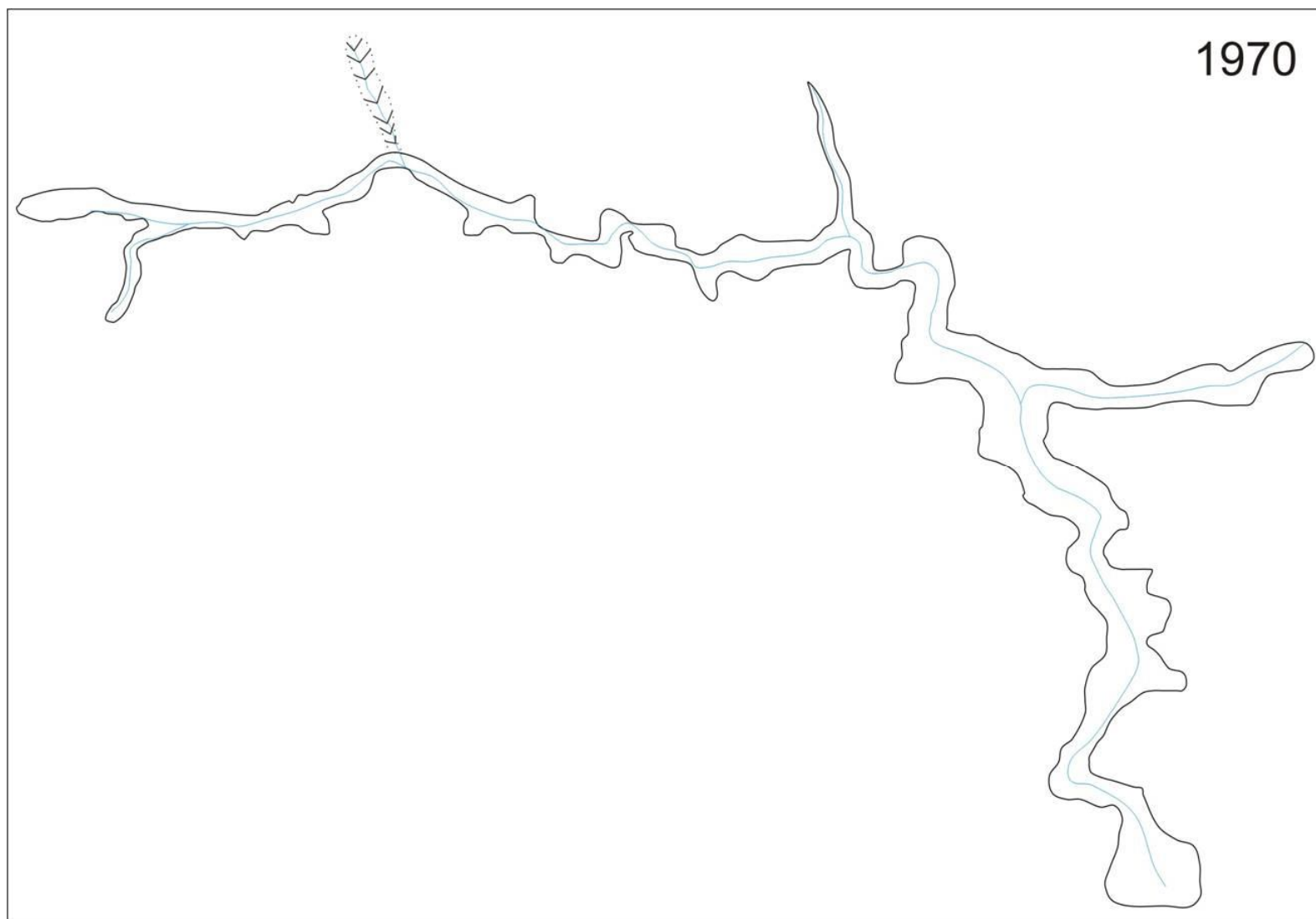


Figura 45 Mudanças geomorfológicas Pinhalzinho II setor médio 1970

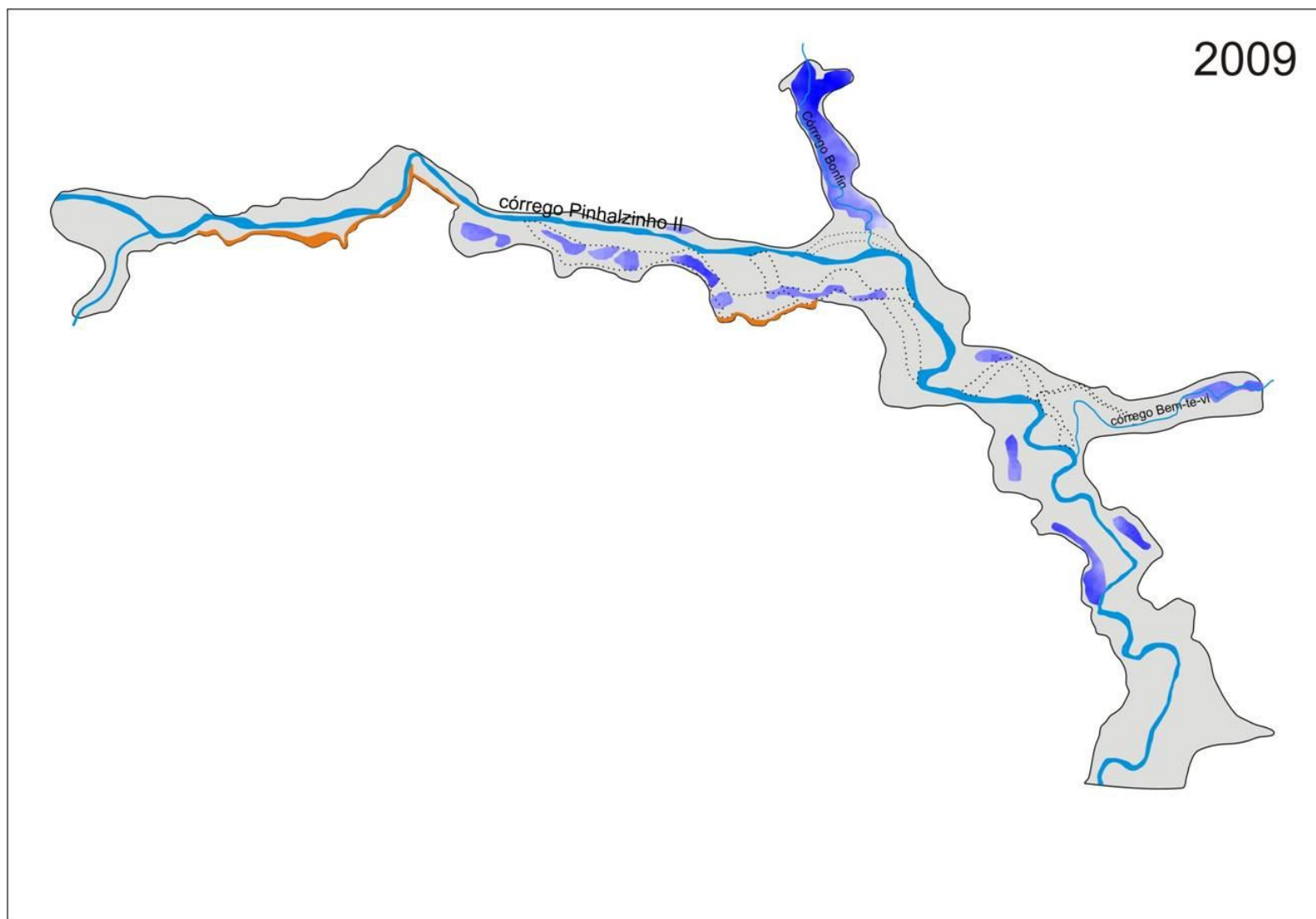


Figura 46 Mudanças geomorfológicas Pinhalzinho II setor médio 2009

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das transformações ambientais, naturais e provocadas pelo homem, vem sendo cada vez mais motivados, não só pelo interesse científico do conhecimento sobre o presente e o passado, mas pela preocupação da sociedade com o futuro da humanidade e da Terra.

As mudanças de uso do solo influenciadas pelas ações naturais e antrópicas podem provocar diversas alterações nos sistema hidrográfico de pequena ordem. Mas, os principais problemas estão ligados as ações indiretas do homem, que provocam o desenvolvimento de processos erosivos desencadeados, principalmente, pela remobilização da vegetação natural, construção de áreas urbanas e implementações de práticas agrícolas sem o conhecimento prévio das características naturais. As ações naturais estão ligadas principalmente às oscilações climáticas e ao substrato rochoso e solos friáveis.

A remobilização da vegetação nativa expõe os solos às intempéries. As construções urbanas impermeabilizaram e intensificaram o escoamento superficial intenso, que aumentou a energia de transporte e de erosão. As práticas agrícolas não usuais podem pauperizar o solo, expondo-o as intempéries e intensificar a ocorrência de feições erosivas. Todas estas observações alteraram o sistema hidrográfico e o seu funcionamento regular.

A bacia hidrográfica do córrego Pinhalzinho II, devido às alterações antrópicas, passou a deter maior aporte de sedimentos, volume d'água e, conseqüentemente, maior energia hidráulica. Esta capacidade do canal fluvial em eventos extremos de chuva lhe fornece força para desfigurar seu curso, na remobilização de grandes volumes de sedimentos, reformulação de novos aspectos na paisagem e formação de extratos de sedimentos tecnogênicos, provenientes da área urbana, em suas planícies de inundação.

Compreende-se desta forma que o uso e a ocupação e as alterações verificadas no canal foram direcionadas, tanto pelos fatores naturais, devido a sua fragilidade por situar-se em áreas de cabeceiras, como devido às ações antrópicas.

As mudanças relatadas acima causaram alteração do padrão de drenagem. O canal passou a adaptar-se a uma nova condição de volumes de água e de sedimento, reformulando seu talvegue e, aumentando significativamente sua planície de inundação. Estas alterações, observadas *in loco*, foram representadas por meio dos mapas e “croquis” que, bem como pelos perfis transversais, corroboram esta afirmação.

Também se verifica nesta nova planície a formação de depósitos tecnogênicos ou correlativos (com origem de), desencadeados por este novo processo de ocupação. Estes

depósitos são caracterizados pelas estratificações plano-paralelas, com fases de deposição diferenciadas e com evidências antrópicas bem marcantes. Eles apresentam a presença de restos de entulhos, lixo, matéria orgânica, madeira, metais, etc.

Dentre as várias constatações finais destacam-se:

- As fragilidades do substrato rochoso aliadas às variações climáticas compelem um grande agravante na formulação de processos erosivos, transporte e deposição de sedimentos;
- Os geoindicadores são uma forma de abordagem científica, compatível com áreas que apresentam mudanças ambientais recentes;
- As alterações no uso do solo são provocadas, indiretamente, pelo agente antrópico, mas as alterações na dinâmica hídrica da bacia são adaptações naturais às novas condições estabelecidas;
- Alterações no uso do solo modificam indiretamente o fluxo hídrico-sedimentar que reformulam novas feições geomorfológicas na bacia;
- O aumento de áreas impermeabilizadas na bacia proporciona elevações súbitas de vazão, que aumenta a energia de fluxo e com isso ocorre o transporte. Há maior carga de sedimentos reformulando novas áreas com deposição e remobilizando antigos depósitos;
- Os depósitos tecnogênicos, testemunham a dinâmica dos processos erosivos desencadeados pelas mudanças do uso do solo;
- As caracterizações dos depósitos tecnogênicos favorecem a decisão de novas ações para áreas degradadas. Ações estas, principalmente, de cunho deliberativo, para amenizar os impactos sobre os sistemas hidrográficos;
- As discontinuidades dos depósitos tecnogênicos mostram que não ocorreu contínua erosão, transporte e deposição, mas intervalos, que demonstram fases de evolução aliadas aos fatores climáticos e cobertura do solo;
- E as mudanças do uso do solo podem ser decorrentes das Políticas Públicas em favor ou não, do desenvolvimento econômico da sociedade;

Esta dissertação pode favorecer futuros projetos de planejamento rural e urbano, bem como, oferece diagnóstico das alterações atuais e passadas das condições ambientais da bacia estudada.

8. REFERÊNCIAS

ÁNGEL, Juan D. Restrepo. **Los sedimentos Del rio Magdalena: Reflejo da La crisis ambiental**. 2005 Medellin – Colômbia. Editora EAFIT. 267p.

BACKER, C. L. **The lava fiel of the Paraná basin, South América**. J. Geol., 31:66-79, 1923

BERGER, A. R. Introduction to Geoindicator Checklist. In Berger, A; Iam, W. **Geoindicators: assessing rapid environmental changes in Hearth systems**. Rotterdam, 1996. A. A. Balkema, p. 383-457.

BERGER A. R. Assessing Rapid Environmental Change Using Geoindicators. **Environment Geology**, Springer, Berlin, v. 1, n. 32, p. 35–44, 1997.

BIZ, C. F. M. **Análise Ambiental do Município de Floresta-PR: aplicação de Geoindicadores**. 2009. 120f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá-PR, 2009.

BIGARELLA, J. J; MOUSINHO, M.R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvios e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**. Curitiba, 1965 16/17, 117-151.

BIGARELLA, J.J.; MAZUCHOSWSKI, J.Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, III., Maringá, ABGe, ADEA, 1985. 332p.

BRASIL, LEI 4771/1965. Institui o Código Florestal Brasileiro. **Diário oficial da União**. 15 de setembro de 1965. Brasília-DF

BRIGUENTI, E. C. **O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da bacia do ribeirão Anhumas, Campinas/SP**. 2005. 140f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

BOLLMANN, H. A. Metodologia para avaliação ambiental integrada. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA W. (Org.). **Indicadores ambientais**. São Paulo: EDUC, 2001.v. 1, p. 15-46.

CALIJURI, M. L. **Sistemas de informação geográfica**. Apostila do curso sobre sistemas de informação geográfica. São Carlos: 1996. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos.

CAMPAGNOLI, F. **A aplicação do assoreamento na definição de geoindicadores ambientais em áreas urbanas: exemplo na bacia do Alto Tietê, SP**. 2002. 206f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

CANCIAN, N. A. **Cafecultura Paranaense – 1900/1970**. Curitiba: Grafipar, 1981.

CANIL, K. **Indicadores para monitoramento de processos morfodinâmicos: aplicação na bacia do Ribeirão Pirajuçara (SP)**. 2006. 168f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CARDOSO, J. **A Atlas histórico do Paraná**. 9. ed. Curitiba: Chain, 1981.

CHARLTON, RO. **Fundamentals of Fluvial Geomorphology**. Nova York, 2008. ed Routledge. 275p.

CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed., São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1980.

CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CMNP- COMPANHIA MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ. **Colonização e desenvolvimento do Norte do Paraná**. Publicação Comemorativa do cinquentenário da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP). São Paulo, 1975.

COLTRINARI, L. **Geografia física e mudanças ambientais**. In: CARLOS, A. F. Novos caminhos da Geografia. São Paulo: Contexto, 2001a.

COLTRINARI, L. **Mudanças Ambientais Globais e geoindicadores**. Pesquisa em Geociências. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre- RS, 2001b. Revista Vol. 28 pag. 307-314.

COLTRINARI, L; McCall, J. H. Geoindicadores: Ciência da Terra e Mudanças Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**. Universidade Estadual de São Paulo - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Revista. Vol. 09, 1995.

CUNHA, J. E. **Funcionamento hídrico e suscetibilidade erosiva de um sistema pedológico constituído por latossolo e argissolo no município de Cidade Gaúcha - PR**. São Paulo – SP: 2002. 175p. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. USP - Universidade de São Paulo.

CURTY, M. G; CRUZ, A. C; MENDES, T. R. **Apresentação de Trabalhos Acadêmicos, dissertações e teses**. (NBR-14724/2002). Maringá, 2002. Eduem.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 2 ed. Editora: EMBRAPA/ CNPS. 212p.

Environmental Protection Agency (EPA) <http://www.epa.gov/> Acesso em: dezembro de 2009

EPA- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1995. Disponível em <http://www.epa.gov> Acesso em: jun. 2008.

FERNANDES, L.A. **A cobertura cretácea e supra basáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá**. São Paulo. 1992, 129p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

FONSECA, F.P da. **O projeto “Arenito Nova Fronteira” e o avanço das lavouras temporárias nas terras de pasto**. 2006.136f Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Estadual de Maringá – UEM. Maringá –PR,2006.

FORNASARI FILHO, N; BRAGA, T. DE O; GALVES, M. L; BITAR, O Y. AMARANTE, A. Alterações no meio físico Decorrentes de Obras de Engenharia. São Paulo,1992. **IPT (Boletim 61)**. 165p.

GASPARETTO, N. L. **As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o arenito Caiuá.** São Paulo, 1999.185p. Tese de doutorado em Geoquímica e Geotectônica. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

GASPARETTO, N. L; SOUZA, M.L. **Contexto geológico-geotécnico da Formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense-PR.** ENGEOPAR, 1ed. 2003. Maringá-PR.

GEOINDICATORS- LISTA GERAL DOS GEOINDICADORES E DESCRIÇÕES
<http://www.lgt.lt/geoin/topic.php?tid=checklist> / Acesso em 19/04/2010

GUPTA, A. Geoindicators for tropical Urbanization. **Environmental Geology.** 2002. 42:736–742. Springer Berlin / Heidelberg. ISSN 0943-0105 (Print) 1432-0495 (Online).

HARACENKO, A. A. de S. **O processo de transformação do território no noroeste do Paraná e a construção das novas territorialidades camponesas.** 2007. 697f. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Departamento de Geografia- Programa de Pós Graduação em Geografia Humana- USP – Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo-SP, 2007.

HIRAI, J. N; AUGUSTO FILHO, O. Avaliação Ambiental por meio de geoindicadores: aplicação de erosão de solos e sedimentos. **Revista eletrônica MINERVA** 5(1): 33-44, 2008.

IAPAR- **Instituto Agrônomo do Paraná**- dados da Estação meteorológica de Umuarama 1974-2008. Londrina, 2008.

IAPAR. Conservação do solos em sistemas de produção em microbacias hidrográficas do Arenito Caiuá, no Paraná: Clima, solo, estrutura agrária e perfil de produção agropecuária. **Boletim técnico, Londrina/IAPAR**, 1990, n.33,56p.

IAPAR Estação Climatológica do - Umuarama / CÓD.: 02353008 / LAT.: 23°44'S / LONG.: 53°17'W / ALT.: 480m. acesso www.iapar.br/ acesso em 02/2008 (recebimento dos dados em 2009)

IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: 2004. 2ªed.

IBGE/GEOCIÊNCIAS. **Manual técnico do uso da terra.** 2ed, Rio de Janeiro, 2006.

IBGE/BIBLIOTECA disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/> Acesso em dezembro de 2008.

IBGE-SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: dezembro de 2008.

INPE/ SPRING disponível em: www.dpi.inpe.br/spring/ Acesso em março de 2008

KÖEPPEN, W. **Climatologia: com um estúdio de los climas de la Tierra.** FCE, México, 1948.

LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. (1990) **Vegetação.** In: **Geografia do Brasil - Região Sul.** Rio de Janeiro, IBGE. Vol. 2, 419p.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 1ed. Curitiba, Paraná. Banco de desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisas tecnológicas, 1968. 350p.

MINEROPAR- Minerais do Paraná. **Atlas Geológico Do Estado Do Paraná** - Escala base 1: 500.000; Curitiba, 2001.

MINEROPAR- Minerais do Paraná. **Atlas Geomorfológico Do Estado Do Paraná** - Escala base 1: 500.000; Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006. 63p.; Il.

MOTA, L. T. **História do Paraná: ocupação e relações interculturais**. Maringá: EDUEM, 2005.

NAKASHIMA, P. **Sistema Pedológico da região Noroeste do Paraná: distribuição e subsídios para o controle de erosão**. São Paulo – SP, 2000. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia/FFLCH/ Universidade de São Paulo – USP.

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. **Core set of indicators for environmental performance reviews**. Paris: OECD, 1993.

OLIVEIRA, A.M.S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: **Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**, 6, Salvador. *Anais...* São Paulo : 1990. ABGE. v.1, p.411-415.

_____. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR**. São Paulo. 1994. 2v. Tese (Doutorado) -Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.

PMU – Prefeitura Municipal de Umuarama (2008) disponível em: <http://www.umuarama.com.br/> acesso em dezembro de 2008.

OLIVEIRA, A.M.S; QUEIROZ NETO, J. P. Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no planalto ocidental paulista. **Boletim Paulista de Geografia nº 73**, São Paulo, 1994.

OLIVEIRA, A.M.S; BRANNSTROM, C; NOLASCO, M. C; PELOGGIA, A. V.G; PEIXOTO, M.N.O; COLTRINARI, L; Cap. 17 Tecnógeno: registros da ação geológica do homem IN: **Quaternário no Brasil**. São Paulo, 2003. Ed.Abequa.

OSTERKAMP, W.R. Geoindicators for Rivers and river-valey monitoring in the humid tropics. **Environmental Geology**. 2002 vol. 42 pag. 725-735 Springer Berlin / Heidelberg ISSN 0943-0105 (Print) 1432-0495 (Online)

PELLOGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, Vol. 27 (3): 257-268, setembro de 1997. São Paulo – SP.

PHILO, C. História, geografia, e o “mistério ainda maior” da geografia histórica. In: GREGORY, Derek et alli (org). **Geografia Humana – Sociedade, Espaço e Ciência social**. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 1996.

REGO NETO, C. B. **A integração de geoindicadores e reparcelamento do solo na gestão ambiental urbana**. Florianópolis, 2003. 231p. Tese (Doutorado em engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2003.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto. 1997. 4ed.

RUFINO, R. C. **Avaliação da qualidade ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais**. 2002. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

RUDORFF, F. de M. **Geoindicadores e análise espacial na avaliação de suscetibilidade costeira a perigos associados a eventos oceanográficos e meteorológicos extremos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis –SC, 2005.

SANTOS, L.C.J; OKA-FIORI, C; CANALI, N.E; PIO-FIORI, A; SILVEIRA, C.T. da; SILVA, J.L.F da; ROSS, J. L.S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 7, Nº 2, pag. 03-12. Belo Horizonte- MG, 2006.

SCHUMM, S.A; MOSLEY, M.P; WEAVER, W. **Experimental Fluvial Geomorphology**. New York, United States, 1987. John Wiley and Sons editor. 416pages.

SILVA, C. N; NUNES, J. O. R. Formação de Depósitos Tecnogênicos: ação geomorfológica da sociedade nas planícies fluviais da cidade de Presidente Prudente. **XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física**. Viçosa-MG, 2009

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos-SP: RiMA, 2003. 140p.

SOUZA, M. L. **Proposta de um sistema de classificação de feições erosivas voltados a estudos de procedimentos de análises de decisões quanto a medidas corretivas, mitigadoras e preventivas: aplicação no município de Umuarama (PR)**. Rio Claro: 2001 284f. Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências exatas.

SOUZA, R. M. **Inventário dos geoindicadores, 1989 a 2004, da bacia hidrográfica Águas de Miringuava, distrito de Floriano-PR**. 2005. 76f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no estado de São Paulo; Grupo Bauru, **Revista Brasileira de Geociências**.10(3):177-185, 1980.

SUGUIO, K. Fatores Paleoambientais e Paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA, "A Formação Bauru no estado de São Paulo e regiões adjacentes", São Paulo, **Coletânea de Trabalhos e Debates, Sociedade Brasileira de Geologia**, Núcleo de São Paulo, p. 15-30, 1980.

URBAN, M.A. Conceptualizing anthropogenic change in fluvial systems drainage development on the Upper Embarras River, Illinois. 2002. **Professional Geographer**, 54(2): 204–18.

TER STEPANIAN, G. 1988. Beginning of the technogene. **Bulletin IAEG**, 38.

TRINTIM, J. G. **A nova economia Paranaense: 1970-2000**. Maringá-PR, 2006. Eduem, 190p. ISBN: 8776287-9

TOMAZI, N. D. “**Norte do Paraná**”: **historia e fantasmagorias**. 1997.338f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1997.

TUCCI, C. E. M; (org.). **Hidrologia : Ciência e Aplicação**. Porto Alegre, 1997. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Editora, ABRH.

VELOSO, H.P. GÓES-FILHO, L. (1982) Fitogeografia Brasileira. Classificação Fisionômica-ecológica da Vegetação Neotropical. **Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL**. IBGE. Salvador. 85p. (Série Vegetação, 1).

ZAGO, A. A.; MELO, G. F. de; VANDERLEI, K. M. M; MACEDO, M. R. Norte do Paraná: Uma leitura do Eldorado do café. Curitiba, 2004. **Revista: Percursos: Curitiba em Turismo**, N. 3, p. 55-66.

WACHOWICZ, R. C. **História do Paraná**. 6ed. Curitiba. Editora Gráfica Vicentina, 1988.

WASHBURNE, C. W. Petroleum geology of the State of São Paulo-SP. **Boletim da Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo**, 22:1-272, 1930.

