

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – CURSO DE MESTRADO**

**ANDERSON WESLEY DE LIMA SOUZA**

**EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO CLARO, PARANÁ:  
1985-2015**

**MARINGÁ  
2017**

**ANDERSON WESLEY DE LIMA SOUZA**

**EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO CLARO, PARANÁ:  
1985-2015**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marta Luzia de Souza

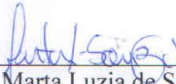
**MARINGÁ  
2017**


EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO CLARO, PARANÁ: 1985 -2015

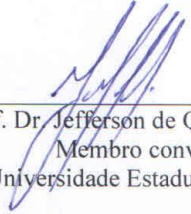
Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia, área de concentração: Análise Regional e Ambiental, linha de pesquisa: Análise Ambiental.

Aprovada em **24 de abril de 2017**.

BANCA EXAMINADORA

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

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Hélio Silveira  
Membro convidado  
Universidade Estadual de Maringá

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jefferson de Queiroz Crispim  
Membro convidado  
Universidade Estadual do Paraná

**DEDICO:**

A meus pais,

Maria Aparecida de Lima Souza e

Juarez Ramos de Souza,

Por sempre me incentivarem a seguir no caminho dos estudos.

Aos meus irmãos,

Emilimaira Lima de Souza e José Leandro Lima de Souza.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me dar força para seguir meu caminho e alcançar meus objetivos.

A minha orientadora professora Dr<sup>a</sup>. Marta Luzia de Souza pela orientação, paciência e dedicação ao qual teve durante a elaboração da dissertação.

Ao meu amigo Sidival Calderan pelo auxílio na elaboração dos produtos cartográficos.

Aos meus amigos, Ricardo Henrique Bueno e Franciele Marcatto, pela ajuda durante a elaboração do trabalho, a Tamires pela ajuda nas atividades de campo e ao amigo Guilherme da Cunha Ventura pela amizade e sua esposa Hevillen pela ajuda com abstract e Vania Reimberg por apoio durante o desenvolvimento da pesquisa.

Ao professor Dr. Hélio Silveira e professora Dr<sup>a</sup>. Susana Volkmer pela participação e sugestões no exame de qualificação.

Aos professores da graduação e da pós-graduação, que contribuíram com a minha formação acadêmica.

A CAPES pela bolsa de estudo nos 24 meses dessa pesquisa.

Ao GEMA e ao PGE pela infraestrutura.

Aos colegas da pós-graduação, todos aqueles que de forma direta e indireta contribuíram para o termino de minha pesquisa.

**Meu Muito Obrigado!!!**

“[...] Em uma árvore  
A beira do riacho  
Há um rouxinol que canta  
Às vezes  
Todos os nossos pensamentos  
São inquietantes [...]”  
**Stairway to Heaven**  
**Led Zeppelin**

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original”  
Albert Einstein

## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio Claro que está situada na Mesorregião Centro-Ocidental Paranaense-PR, que abrange cinco municípios: Campo Mourão, Araruna, Peabiru, Terra Boa e Engenheiro Beltrão. Localiza-se entre as coordenadas 23°38'35"S e 24°03'56"S de latitude e 52°38'35"W e 52°30'57"W de longitude. O principal objetivo da pesquisa foi avaliar a evolução do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro – PR, nos anos de 1985 e 2015 e também identificar os processos da dinâmica superficial. Para a concretização deste estudo foram adotados procedimentos metodológicos para o levantamento bibliográfico e cartográficos, na qual elaborou-se uma carta base e a partir desta, elaborou os demais produtos cartográficos sendo eles: mapa de localização, mapa de colonização, mapa de setores, carta geológica, carta de solos, carta hipsométrica, carta de declividade, carta de uso e ocupação da terra para a bacia nos anos de 1985-2015, mapa de localização de feições erosivas e cartas de fragilidades potencial e emergente. Em relação ao uso e ocupação da terra na bacia do Rio Claro, as análises foram realizadas por setores. Ao comparar a evolução do uso e ocupação da terra nos últimos 30 anos, averiguou-se que a pastagem foi a atividade que mais perdeu terreno na bacia, passando de 37,37% em 1985 para 11,24% em 2015, enquanto que as culturas temporárias (soja, milho, trigo e cana-de-açúcar) ganharam espaço, pois em 1985 correspondiam há 57,28%, em 2015 ocupavam 76,52%, a cobertura florestal representava em 1985 a 4,71% passando para 9,35% em 2015 e as áreas urbanas ocupavam 0,64% no ano de 1985, já em 2015 representavam 1,28% e a silvicultura passou a ocupar 1,61% em 2015. Depois de localizar as feições erosivas por meio de imagens de satélite e trabalho de campo, aplicou-se a equação de Concentração de Feições Erosivas (CFE). Após o levantamento das informações, constatou-se que a bacia hidrográfica sofre degradação ambiental desde o início de sua colonização. Verificou-se que, o setor mais degradado pela erosão foi o setor A, na qual concentrou 0,277 focos de feições erosivas por km<sup>2</sup>, seguido do setor C com 0,04 focos de feições erosivas por km<sup>2</sup> e setor B com 0,022 focos de feições erosivas por km<sup>2</sup>. O fato do setor A concentrar mais feições erosivas (erosão laminar, em sulcos e ravinas), está relacionado aos atributos do meio físico como o substrato geológico, arenito da Formação Caiuá, solos de textura média/arenosa, associados com a ocupação de culturas temporárias de ciclo rápido (soja, milho e trigo) e cana-de-açúcar a partir da década de 1990. Este fato foi proporcionado pelas inovações tecnológicas e melhoria nas técnicas de cultivo, que possibilitou cultivar áreas antes consideradas inadequadas para as atividades agrícolas. Portanto, a ocorrência de feições erosivas na bacia hidrográfica do Rio Claro está relacionada aos atributos do meio físico, porém, com a ocupação dessas áreas mais suscetíveis a erosão, associado ao não emprego ou uso inadequado de técnicas de controle de erosão que tem acelerado o processo de formação de feições erosivas e a ocorrência de assoreamento. Não fora verificado ponto de assoreamento no canal do Rio Claro, porém, averiguou-se pontos de assoreamento em tributário de primeira e segunda ordem, fato este que pode interferir indiretamente no leito principal como no aumento da carga de sedimentos que este receberá de seus afluentes e devido a perda de profundidade dos tributários ocasionado pelo assoreamento, terá como consequência a diminuição do fluxo hídrico. A principal causa do assoreamento dos corpos hídricos está relacionada à escassez de vegetação ripária e ao mau uso das técnicas de controle de erosão nas áreas rurais e urbanas, ocasionado no carreamento de sedimentos direto para corpos d'água e nascente. Quanto à fragilidade ambiental verificou-se que na fragilidade potencial predominou o grau de fragilidade moderada. Já fragilidade emergente ocorreu uma exacerbação do grau de fragilidade forte e muito forte e uma drástica redução no grau de fragilidade muito fraco e moderado.

### **Palavras-chave**

Feições erosivas. Atividades Agrícolas. Assoreamento. Fragilidade Ambiental

## ABSTRACT

The present paper was developed in hydrographic basin that is located in Mesoregion Occidental Center Paranaense PR, that covers five municipalities, Campo Mourão, Araruna, Peabiru, Terra Boa and Engenheiro Beltrão. It's located Between the coordinates 23°38'35"S and 24°03'56"S of latitude and 52°38'35"W and 52°30'57"W of longitude. The main objective of the research was to evaluate the evolution of the land use in hydrographic basin of Rio Claro – PR, in the years of 1985 and 2015 and also identify the processes of the superficial dynamics. For the realization of this study it was adopted the methodological procedures: for the bibliographic and cartographic survey, in which was made a base chart and from this one, it was made the next cartographic products being them: localization map, colonization map, sectors map, geological chart, soil chart, hypsometric chart, declivity chart, use chart and land occupation to the basin in the years of 1985-2015 and localization map of erosive features and charts of potential and emerging fragilities. In relation to the use and land occupation in basin of Rio Claro, the analysis were made by sectors. When compared the evolution of the use and land occupation in past 30 years, it was identified that the pasture was the activity that lost more terrain in the basin. Passing from 37,37% in 1985 to 11,24% in 2015, while the temporary crops (soybeans, corn, wheat and sugar cane) won space, cause in 1985 corresponded to 57,28% in 2015, occupied 76,52%, the forest cover represented in 1985 to 4,71%, passing to 9,35% in 2015 and the urban areas occupied 0,64% in the year of 1985. In 2015 it represented 1,28% and forestry passed to occupy 1,61% in 2015. After locating the erosive features through satellite images and fieldwork, it was applied the equation of concentration of erosive features (CFE). After the information lifting, it was found that the hydrographic basin suffers environmental degradation since the beginning of its colonization. It was verified that the most degraded sector by the erosion was the sector A, in which was concentrated 0,277 focus of erosive features by km<sup>2</sup>. Followed by sector C with 0,04 focus of erosive features by km<sup>2</sup> and sector B with 0,022 focus of erosive features by km<sup>2</sup>. The fact of the sector A concentrates more erosive features (laminar erosion, in grooves and ravine) it's related to the attributes of the physical environment such as the geological substrate, sand Stone of Caiua formation, sandy-medium texture soil, associated with the occupation of temporary crops of fast cycle (soybeans, corn and wheat) and sugar cane from 1990. This fact was possible by the technological innovation and the improvement in cultivation techniques, in which was possible to cultivate areas before considered inappropriate to the agricultural activity. Therefore the occurrence of erosive features in basin of Rio Claro is related to the attributes, however with the occupation of this more susceptible areas to the erosion, associated to the lack of use or the inappropriate use of the erosion control techniques that has been accelerating the formation process of erosive features and the occurrence of sanding. It wasn't identified point of sanding in Rio Claro channel, however it was identified points of sanding, in first and second order confluent, this fact may interfere indirectly in the main bourn and also in the raising of the sediment load that this one will receive from its affluents and due to the loss of depth of the confluent occurred by the sanding, it will have as consequence the decreasing of the water flow. The main cause of the sanding of the water bodies is related to the lack of riparian vegetation and to the bad use of erosion control techniques in rural and urban areas caused in the filling of sediments direct to the water bodies and nascent. In relation to environmental fragility verified that in the potential fragility predominated the degree of moderate fragility. However emerging fragility occurred an exacerbation of the degree of strong and very strong fragility and a drastic reduction in the degree of very weak and moderate fragility.

### Key words

Erosive features, Agricultural Activities, Sanding, Environmental Fragility.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Claro, Mesorregião Centro-Ocidental Paranaense.....	35
Figura 2- Fluxograma das etapas da pesquisa .....	38
Figura 3 -Mapa das frentes de colonização que atuaram na bacia hidrográfica do Rio Claro .	50
Figura 4 - Serraria de beneficiamento de madeira no município de Campo Mourão e roda d'água que movimentava a serraria.....	51
Figura 5 - Processo de retirada da madeira da floresta.....	52
Figura 6- Balsa no rio Ivaí interligando a estrada vicinal entre Campo Mourão e Maringá - PR, em 1957 .....	53
Figura 7- Cafezais em sua exuberância no período da colheita, na fazenda São Francisco da CMNP no início da década de 1970, no município de Jacarezinho - PR .....	54
Figura 8 - Colheita da soja ao lado da plantação de café na fazenda Mururê, pertencente à CMNP, no município de Terra Boa - PR em meados da década de 1970.....	55
Figura 9- Introdução da pecuária na fazenda Mururê, município de Terra Boa - PR em meados da década de 1970.....	55
Figura 10- Mapa de setores e rede de drenagens da bacia hidrográfica do Rio Claro/PR .....	57
Figura 11 - Carta geológica da bacia do Rio Claro/PR .....	59
Figura 12 - Afloramento do arenito da Formação Caiuá, com estratificações na bacia Rio Claro/PR, no município de Campo Mourão .....	61
Figura 13 - Afloramento do basalto na bacia do Rio Claro/PR.....	61
Figura 14 - Carta de solos da bacia hidrográfica do Rio Claro/PR .....	63
Figura 15 - Carta da declividade da bacia do Rio Claro.....	65
Figura 16 - Representação do relevo ondulado A e suave ondulado B.....	65
figura 17 - Carta hipsométrica da bacia do Rio Claro/PR .....	66
Figura 18 - Carta de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR - 1985..	68
Figura 19 - Carta de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR - 2015..	70
Figura 20 - Mosaico de imagens referentes ao uso e ocupação da terra na bacia do Rio Claro .....	74
Figura 21-Comparação das cartas de uso e ocupação da terra da bacia do Rio Claro dos anos de 1985 (A) e 2015 (B).....	76
Figura 22 - Mapa de localização de feições erosivas na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR.	78
Figura 23- Argissolo Vermelho de textura média/arenosa no setor A da bacia do Rio Claro sob cultivo de soja .....	80

Figura 24 - Derrubada da floresta por meio do emprego da técnica da queimada no município de Araruna em 1955 .....	81
Figura 25 -- Derrubada da floresta por meio do emprego da técnica da queimada no município de Peabiru em 1957 .....	81
Figura 26 - Feições erosivas em Argissolo Vermelho em área de cultivo de soja no setor A da bacia hidrográfica do Rio Claro/PR.....	83
Figura 27- Latossolo Vermelho de textura argilosa, no setor B da bacia do Rio Claro .....	84
Figura 28 - Nitossolo Vermelho de textura argilosa ou muito argilosa, no setor B da bacia hidrográfica do Rio Claro .....	84
Figura 29 - Neossolo Litólico de textura argilosa, no setor C da bacia do Rio Claro .....	85
Figura 30 -Assoreamento incipiente no córrego Guatambú no município de Terra Boa-PR...	87
Figura 31 - Trecho do leito do Rio Claro/PR .....	88
Figura 32 - Carta de fragilidade potencial da bacia do Rio Claro .....	91
Figura 33 - Carta de fragilidade emergente da bacia do Rio .....	92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das mudanças no uso da terra na superfície .....	23
Tabela 2 - Classes de Declividade da área estudada .....	39
Tabela 3 - Classes hipsométricas da área estudada .....	40
Tabela 4 - Classes e subclasses do Uso da Terra.....	42
Tabela 5 - Grau de fragilidade das classes de solos .....	45
Tabela 6 - Graus de fragilidade das classes de declividade.....	45
Tabela 7 - Classificação da fragilidade potencial .....	45
Tabela 8 - Classificação do uso da terra .....	46
Tabela 9- Ordem, comprimento e quantidade de canais da bacia do Rio Claro.....	56
Tabela 10- Delimitação areal e percentual do substrato geológico na área de estudo .....	58
Tabela 11- Delimitação areal e percentual por setores do substrato geológico na área de estudo.....	60
Tabela 12- Delimitação areal e percentual dos tipos de solos da área de estudo .....	62
Tabela 13 – Delimitação areal e percentual por setores dos tipos de solos da área de estudo	62
Tabela 14 - Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR, em 1985 .....	67
Tabela 15- Uso e ocupação da terra, distribuídos por setores na bacia hidrográficas do Rio Claro/PR em 1985 .....	67
Tabela 16- Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR, em 2015 .....	71
Tabela 17 -Uso e ocupação da terra, distribuídos por setores na bacia do Rio Claro/PR, em 2015 .....	71
Tabela 18 - Composição granulométrica do Latossolo Vermelho de textura média da bacia do Rio Claro .....	79
Tabela 19- Composição granulométrica do Argissolo Vermelho de textura média/arenosa da bacia do Rio Claro .....	79
Tabela 20 - Concentração de feições erosivas (CFE) na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR	86
Tabela 21 - Delimitação areal e percentual por setores das classes de fragilidade potencial na área de estudo .....	90
Tabela 22 - Delimitação areal e percentual por setores das classes de fragilidade emergente na área de estudo .....	93
Tabela 23 - Delimitação areal e percentual das classes de fragilidade potencial e emergente na área de estudo .....	94

## **LISTA DE SIGLAS**

**AL**- Alagoas

**APPs** – Áreas de Preservação Permanente

**BA** – Bahia

**°C** – Graus Celsius

**Cfa** – Clima Subtropical Úmido Mesotérmico

**Cfb** – Clima Subtropical Úmido

**CB** – Concentração de Boçorocas

**CFE** - Concentração de Feições Erosivas

**CMNP** – Companhia Melhoramentos Norte do Paraná

**CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente

**DMPA** – Diâmetro Médio Ponderado dos Agregados

**EMATER** – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**g/cm<sup>3</sup>** - Gramas centímetros cúbico

**g/cm<sup>2</sup>** - Gramas centímetros quadrado

**GPS** - Sistema de Posicionamento Global

**GO** - Goiás

**IAP** – Instituto Ambiental do Paraná

**IAPAR** – Instituto Agrônômico do Paraná

**IBGE**- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**ITCG** – Instituto de Terras Cartografia e Geociências

**kg/ha** – Quilogramas por hectare

**km**– Quilômetros

**km<sup>2</sup>** – Quilômetros Quadrados

**M** – Metros

**m<sup>2</sup>** - Metros quadrados

**MG** – Minas Gerais

**mm** –Milímetros

**mm/h** – Milímetros por Hora

**MT**- Mato Grosso

**MS** – Mato Grosso do Sul

**PE** - Pernambuco

**pH** - Potencial Hidrogeniônico

**PNMH** – Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica

**PNRH** – Programa Nacional de Recursos Hídricos

**PR**- Paraná

**PROÁLCOOL** – Programa Nacional do Alcool

**RN** – Rio Grande do Norte

**S** – Sul

**SBCS** – Sociedade Brasileira de Ciência dos Solos

**SC** – Santa Catarina

**SEMA** – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

**SIG** – Sistema de Informação Geográfica

**SP**- São Paulo

**SRTM** – Missão Topográfica Radar *Shuttle*

**TO** – Tocantins

**W** - Oeste

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
2. BASES TEÓRICAS DA PESQUISA .....	17
2.1. Bacia hidrográfica: conceito e legislação brasileira .....	17
2.2. Uso e ocupação da terra em bacia hidrográfica e suas implicações .....	20
2.3. Processos da dinâmica superficial em bacias hidrográficas .....	25
2.3.1. Feições erosivas.....	25
2.3.2. Assoreamento .....	28
2.4. O uso de geotecnologias como ferramenta para análise de bacia hidrográfica .....	31
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1. Material.....	34
3.2. Métodos .....	37
3.2.1. Trabalho de gabinete .....	37
3.3.2. Documentos Cartográficos .....	39
3.2.3 Trabalho de campo .....	47
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	48
4.1. Evolução histórica do uso e ocupação da terra na região da bacia hidrográfica do Rio Claro .....	48
4.2. Setorização da bacia hidrográfica do Rio Claro/PR e os aspectos fisiográficos .....	56
4.3. Identificação dos processos da Dinâmica Superficial .....	77
4.3.1. Avaliação do índice de concentração de feições erosivas .....	77
4.3.2. Assoreamento .....	87
5. FRAGILIDADE POTENCIAL E FRAGILIDADE EMERGENTE DA BACIA DO RIO CLARO.....	90
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....	95
7. REFERENCIAS .....	98
APÊNDICE 1 .....	108

## INTRODUÇÃO

Devido ao aumento demográfico ocorrido em praticamente todos os países no século XX especialmente após a Segunda Guerra Mundial elevou-se o consumo de recursos naturais, como água e exploração do solo, tanto para práticas agrícolas como para a extração de minérios e desmatamento gerando situações de impactos ambientais. Como, por exemplo, a deterioração e dos cursos d'água, devido à necessidade de se produzir novos espaços de forma rápida para atender a demanda social e econômica.

Um exemplo disto é o uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas, onde normalmente não são respeitadas às áreas de preservação permanentes, pois em locais que deveriam estar protegidos estão ocupados por cultivos ou por instalações urbanas de forma inadequada. Ocupar tais localidades sem um planejamento correto converge para a geração de instabilidade do terreno como o surgimento de diversos tipos de feições erosivas e assoreamento de córregos e rios comprometendo diretamente a qualidade dos solos e dos recursos hídricos.

Neste contexto, a ocupação da Mesorregião Centro-Ocidental Paranaense iniciou-se no final da década de 1940 e ao longo da década de 1950, marcada por um intenso desmatamento devido à comercialização da madeira seguida da implantação de atividades agropecuárias, como o café e posteriormente culturas de ciclo rápido como a soja, o milho, o trigo, a cana-de-açúcar e a pastagem. Desta forma, a ocupação dos solos desta mesorregião no decorrer das décadas, acabou provocando a ocorrência de erosões laminares, em sulcos e ravinas, pois no início da colonização, não se tinha preocupação de utilizar os recursos naturais de maneira racional por serem abundantes e por não haver órgãos ambientais fiscalizadores.

A partir da década de 1980, iniciou-se a aplicação de técnica de manejo do solo no Brasil, visando reduzir os prejuízos causados pela ação da erosão, sendo utilizada com maior rigor a partir da década de 1990 no Paraná. Estas medidas obtiveram resultados positivos no controle da erosão em alguns municípios paranaenses. No entanto, Elias e Nakashima (2014), afirmaram que atualmente com a intensa utilização de máquinas agrícolas aumentou o efeito da compactação dos solos, que proporciona um acréscimo no escoamento superficial, podendo causar erosão laminar que nem sempre é perceptível, notando-a apenas quando já há graves danos tanto no solo como para as culturas.

Diante desses fatos, o objetivo principal da pesquisa foi avaliar a evolução do uso da terra na bacia do Rio Claro - PR, nos anos de 1985 e 2015 e identificar os processos da dinâmica superficial atuante. Os objetivos específicos delineados para a pesquisa foram:

- Levantar as características fisiográficas da bacia hidrográfica de forma setorizada com o uso de bibliografias e atividades em campo;

- Utilizar geotecnologias para a elaboração e adaptação de produtos cartográficos para a escala de análise de 1: 50.000;

A bacia hidrográfica do Rio Claro foi escolhida para a pesquisa por ser intermunicipal, abrangendo cinco municípios sendo eles: Campo Mourão, Araruna, Peabiru, Terra Boa e Engenheiro Beltrão, pertencentes à Mesorregião Centro-Ocidental Paranaense. E, por apresentar um histórico de mudanças no uso da terra, na qual ocorreram processos de colonização diferentes, sendo um realizado pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (Terra Boa), e o outro por um planejamento governamental intercalado com o setor privado (Campo Mourão, Araruna, Peabiru e Engenheiro Beltrão).

Outro fator é que esta bacia possui substratos rochosos distintos, o arenito da Formação Caiuá e o basalto da Formação Serra Geral, que originam solos de texturas diferentes que influenciaram o tipo de uso e ocupação. Por fim, esta pesquisa faz sequência nos estudos anteriores desenvolvidos na presente área.



## **2. BASES TEÓRICAS DA PESQUISA**

Inicialmente foram abordadas nesta pesquisa as bases teóricas, sobre os conceitos de bacia hidrográfica e legislação brasileira, que fundamentaram as análises sobre o uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas. Foi também abordada, a temática da degradação que tais usos, podem causar quando realizados de maneira inadequada, nos solos e nos cursos d' água, incluindo a ocorrência de feições erosivas e assoreamento.

### **2.1. Bacia hidrográfica: conceito e legislação brasileira**

De acordo com Christofolletti (1978), Politano (1992) e Pissarra (1998), a bacia hidrográfica tem sido utilizada como uma unidade geomorfológica fundamental, pelo fato de suas características governarem em seu interior todo o fluxo superficial da água. Deste modo, vem sendo considerada uma unidade territorial ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais.

Para Christofolletti (1980), a drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial.

Desta forma, Nascimento; Villaça (2008), salientam que numa bacia hidrográfica os processos de circulação de matéria e de energia que nela operam, não envolvem apenas os canais fluviais e as planícies de inundação, mas incluem as vertentes, nas quais os processos internos são de suma importância. Para reconhecer os limites espaciais de bacias hidrográficas é necessário, considerar em primeiro lugar a distribuição espacial do conjunto dos processos envolvidos em todos os subsistemas.

Segundo Venturi (2005), nas regiões tropicais úmidas, essas definições conceituais e espaciais são ainda mais necessárias, pois parte da água que precipita em bacias hidrográficas pode ficar reservada ou circular em vários níveis e subsistemas como, copas, folhas, caules, tronco e raízes da cobertura vegetal e da serapilheira; diversos horizontes pedológicos; rochas; superfície das vertentes e suas depressões; e, finalmente, canais fluviais e planícies de inundação. Assim, nos estudos de bacias hidrográficas aplicam-se o conceito de sistema

aberto, composto por outros subsistemas, os principais sendo: os sistemas de vertentes, dos canais fluviais e das planícies de inundação.

Já Lima; Zakia (2000), salientam que o conceito geomorfológico da bacia hidrográfica, é uma abordagem sistêmica. De acordo com os autores as bacias hidrográficas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, se encontram em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

Tendo em vista que a bacia hidrográfica é uma unidade de planejamento que possui aceitação mundial, Santos (2004), salienta que a bacia hidrográfica se constitui num sistema natural bem delimitado geograficamente, onde os fenômenos e as interações podem ser integrados *a priori* pelo *input* e *output*, assim bacias hidrográficas podem ser tratadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais se integram.

Segundo o autor, constitui-se uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização, considerando que não há qualquer área de terra, por menor que seja que não se integre a uma bacia hidrográfica e, quando o problema central é a água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e a sua manutenção.

Alves; Azevedo (2013) salientam que o marco zero da normatização ambiental, que contribuiu para uma reavaliação e mudanças de paradigmas no Brasil, foi com a criação de uma normativa visando direcionar a ocupação de terras em bacias hidrográficas por meio da implantação da Lei Federal nº 6.938/81 (BRASIL, 1981), que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, onde seus instrumentos e principais mecanismos de formulação e implementação estão vinculados a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que assegura a participação da sociedade civil.

Para Chue (2004), a exploração dos recursos naturais em bacias hidrográficas e suas consequências nos remetem a uma grande discussão que abrange vários segmentos da sociedade civil. Este processo de apropriação e exploração ambiental demanda diagnósticos que contemplem as necessidades de se prevenir impactos ambientais considerados negativos, tanto para se evitar a degradação dos ambientes a serem explorados, quanto para minimizar as degradações já ocorridas, proporcionando subsídios técnicos no planejamento das ações mitigadoras.

Outra legislação federal que contemplou a questão em análise, foi o Decreto nº 94.076, de 5 de março de 1987 (Brasil, 1987), que instituiu o Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH), sob a supervisão do Ministério da Agricultura, visou promover um adequado aproveitamento agropecuário dessas unidades, mediante a adoção de práticas de utilização racional dos recursos naturais renováveis. Este decreto teve como objetivo a execução de ações voltadas para a prática de manejo e conservação dos recursos naturais renováveis, evitando sua degradação e almejando um aumento sustentável da produção e produtividade agropecuárias. Assim como da renda dos produtores rurais, pois além de estimular a participação deles na organização destas atividades, e a fomentarem a fixação das populações no meio rural e a consequente redução dos fluxos migratórios do campo para a cidade.

E como complemento da Lei Federal nº 6.938/81 (BRASIL, 1981), foi criada a Lei nº 9 433, de 08 de janeiro de 1997 (Brasil, 1997), instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), e para implementação desta Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a bacia hidrográfica foi considerada uma unidade territorial.

No Art. 3º do capítulo III dessa lei (Brasil, 1997) são apresentadas as diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos que estão de acordo com os propósitos de planejamento e atuação em bacias:

- a) A gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
- b) A adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- c) A integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Segundo Nascimento; Villaça (2008), para que ocorra o planejamento e o gerenciamento de uma bacia hidrográfica, é fundamental considerar a mudança de paradigma de um sistema setorial, local e de respostas à crise para um sistema integrado, preditivo, e em nível de ecossistema. Isso deverá resultar em um diagnóstico mais abrangente dos problemas e deverá incorporar os aspectos socioeconômicos para que se possa desenvolver um bom planejamento e gerenciamento.

No Estado do Paraná a Lei nº 10.066, de 27 de julho de 1992 (PARANÁ, 1992), relata que no Art. 1º foi sancionada a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, com a finalidade de formular e executar as políticas do meio ambiente, de recursos hídricos, florestal, cartográfica, agrário fundiário e de saneamento ambiental. No Art. 5º, foi

criado o Instituto Ambiental do Paraná - IAP, entidade autárquica, com personalidade jurídica de direito público e autonomia administrativa, financeira e patrimonial, vinculada a Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

Sendo assim, foram abordados alguns conceitos sobre bacia hidrográfica para melhor compreender sua dinâmica, assim como algumas legislações ambientais brasileiras que as orientam e criaram órgãos fiscalizadores das mesmas no Estado do Paraná, para subsidiar a maneira mais adequada do uso e ocupação da terra, que serão explanados na sequência.

## 2.2. Uso e ocupação da terra em bacia hidrográfica e suas implicações

Segundo Tucci; Clarke (1997), o desenvolvimento econômico e a expansão das fronteiras agrícolas produziram alterações significativas na superfície e no uso do solo rural em países em desenvolvimento como o Brasil, o impacto dessas alterações tem sido discutido muito mais dentro de uma avaliação qualitativa do que quantitativa, já que o número de combinações entre as diferentes condições de clima, cobertura, solo, geologia, e outros fatores são numerosas para permitir uma real estimativa dos impactos sobre o escoamento, produção de sedimentos e qualidade da água.

Segundo Oka-Fiori (2002) quando ocorrem atividades rurais econômicas (agricultura e pecuária) e implantações de represas de hidrelétricas, elas promovem alterações na dinâmica da bacia hidrográfica como o desmatamento, o crescimento urbano próximo às áreas de mananciais, e alterações nos canais fluviais que refletem em sua dinâmica natural.

Merten; Minella (2002) avaliaram a qualidade da água em bacias hidrográficas rurais do estado do Rio Grande do Sul, e constataram que a degradação dos mananciais, proveniente do deflúvio superficial agrícola, ocorre, principalmente, devido ao aumento da atividade primária das plantas e algas em decorrência do aporte de nitrogênio e fósforo originado das lavouras e da produção animal em regime confinado. O crescimento excessivo de algas e plantas reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas, afetando adversamente o ecossistema aquático e causando, algumas vezes, mortalidade de peixes.

Para os autores além dos impactos causados aos ecossistemas aquáticos, o aumento dos níveis de nutrientes na água pode comprometer sua utilização para abastecimento doméstico, devido a alterações no sabor e odor da água ou à presença de toxinas liberadas pela floração de alguns tipos de algas. Além, das implicações causadas pelos nutrientes aos

recursos hídricos, é necessário considerar, também, a contribuição dos agroquímicos e dos metais pesados.

Desta maneira, Chue (2004) ao fazer a análise do uso do solo e degradação na bacia hidrográfica do Rio Pequeno – São José dos Pinhais – PR, na qual dividiu a bacia em três setores A, B e C, verificou que as transformações foram intensificadas, sobretudo nas três últimas décadas, com a implantação de áreas urbanizadas especialmente no setor C, tendo como consequências, contaminação do solo e dos canais fluviais com resíduos de esgoto doméstico e/ou industrial e aumento do escoamento superficial perante a impermeabilização dos solos.

Guerra; Mendonça (2007) atestam que o fator antrópico é o de maior significância nas alterações ambientais, pois, os processos erosivos podem ocorrer por questões naturais, porém podem ser acelerados quando ocorre a ação humana principalmente com o manejo inadequado em áreas vulneráveis à degradação como as bacias hidrográficas.

Colavite (2012) salienta que todos os componentes de uma bacia hidrográfica encontram-se interligados e as ações praticadas em qualquer um de seus setores terá reflexos a quilômetros, sendo o rio o veículo dessa ligação. Desta forma, os impactos gerados em um determinado local atingirão todo o sistema, especialmente quando a bacia hidrográfica constitui em área de manancial de abastecimento, observando que o uso indevido da terra em seu entorno poderá gerar problemas ambientais que refletirão diretamente para a população que desta depende.

Oliveira (2012) desenvolveu um estudo sobre a evolução da paisagem e ocupação humana da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Inácio-PR, na qual evidenciou três compartimentos, o primeiro apresenta as maiores potencialidades para uso agrícola da terra sendo a cana-de-açúcar a cultura predominante neste compartimento. O segundo compartimento é o que apresenta as maiores restrições, decorrente das altas declividades e dos solos rasos na sua parte montante. E o terceiro compartimento apresenta restrições intermediárias para uso da terra. Como medidas preventivas, o autor sugere ao Poder Público criar áreas de preservação vegetal não apenas nos fundos do vale, mas também junto às vertentes, e também restringir e fiscalizar as áreas de maior declividade e as margens dos córregos.

De acordo com Soethe (2013), a intervenção humana principalmente em bacias hidrográficas, tem ocorrido ao longo do tempo de forma intensa devido ao advento da tecnologia, principalmente nas áreas rurais.

Na bacia hidrográfica do ribeirão Lajes em Aragominas–TO, Paz (2013) constatou que as pastagens foram determinantes no processo de deterioração do ambiente, na substituição da vegetação original após o desmatamento. Outro problema observado foi à falta de proteção das nascentes com a cobertura vegetal, essas nascentes foram atingidas pelo pisoteio do gado que pode provocar a compactação do solo e soterramento das mesmas, contribuindo para a diminuição da qualidade e quantidade das águas que escorrem para o leito principal do ribeirão Lajes.

Outro fator que contribui para degradação em bacias hidrográfica é a infiltração, pois quando ocorre à compactação dos solos, aumenta gradativamente o deflúvio superficial. Deste modo, Pritchett (1979) salienta que a capacidade de infiltração depende do tipo e do uso do solo, sendo maior sua capacidade de infiltração em áreas de florestas. Tucci; Clarke (1997), afirmam que solos com superfícies desprotegidas sofrem a ação da compactação, e a capacidade de infiltração pode diminuir drasticamente, resultando em maior escoamento superficial.

Em um estudo realizado em dois tipos de solos, Nitossolo Vermelho e um Latossolo Vermelho, na bacia hidrográfica do rio Pirapó – PR, sobre pastagem e cultura temporária, Marcatto; Silveira (2014) pesquisaram a porosidade total, a estabilidade de agregados, a granulometria e a matéria orgânica, para avaliar a qualidade estrutural dos sistemas de cultivos. Eles concluíram que, o Nitossolo Vermelho cultivado com pastagens apresentou os melhores resultados em todos os ensaios realizados, com baixa densidade do solo ( $1,09 \text{ g.cm}^3$ ), elevada porosidade (60,65%), maior diâmetro médio ponderado dos agregados (4,62 mm) e teor de matéria orgânica (4,93%).

Os autores analisaram ainda que, no Latossolo Vermelho de textura argilosa sob pastagem apresentou baixa densidade do solo ( $1,11 \text{ g.cm}^3$ ), elevada porosidade (58,11%) e boa estabilidade estrutural, com diâmetro médio ponderado dos agregados de 4,49 mm. As condições estruturais do Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho cultivados com pastagens foram melhores quando comparadas ao uso com culturas de grãos, os bons resultados foram atribuídos ao correto manejo empregado na pastagem.

Na mesma bacia hidrográfica Marcatto e Silveira (2014), analisaram nas culturas temporárias a densidade para o Latossolo Vermelho e Nitossolo, que apresentaram  $1,24 \text{ g.cm}^3$  e  $1,22 \text{ g.cm}^3$ , respectivamente. Quanto à porosidade total, o Latossolo Vermelho apresentou 57,68% e o Nitossolo 57,93%. Para a matéria orgânica, o Latossolo Vermelho obteve 2,94% e o Nitossolo 3,03%. A maior diferenciação quanto às características físicas desses dois solos está relacionada ao diâmetro médio ponderado dos agregados, onde o Latossolo Vermelho

apresentou de 3,48 mm e o Nitossolo de 2,52 mm, que pode ser explicado pelo percentual de argila. No Latossolo foi observado aproximadamente 10% a mais de argila se comparado ao Nitossolo.

Elias; Nakashima (2014) ao analisarem as condições físicas de um Latossolo de textura média nos horizontes B e A em área de vegetação por meio do método do perfil cultural em São Carlos do Ivaí-PR. Verificaram que a maior densidade (1,578 g/cm<sup>2</sup>) foi apresentado pelo horizonte B resultando em uma menor porcentagem de porosidade (33,72%) e conseqüentemente uma menor capacidade de condutividade hidráulica (39,14 mm/h).

De acordo com os mesmos autores, ao estudarem este mesmo solo com cultivo de cana-de-açúcar constataram 1cm de espessura de solo solto proveniente de erosão laminar do solo, logo abaixo foram separados de acordo com o grau de compactação as camadas compostas AP-1, AP-2, AP-3, AP-4- e B. As análises das condições físicas desse solo mostram que as maiores densidades apresentadas pelos volumes de solo AP-3, AP-4 e B (1,723; 1,645 e 1,777 g/cm<sup>2</sup> respectivamente) conferiram-lhes menores porcentagens de porosidade total (30,21%; 33,37% e 28,93% respectivamente) e, conseqüentemente uma menor capacidade de condutividade hidráulica (1,52, 5,62 e 1,33 mm/h respectivamente), estes fatos foram justificados pelo manejo agrícola.

Já o volume do solo AP-1 e AP-2 por localizarem-se mais próximo da superfície receberam maior influência do manejo agrícola, conseqüentemente suas propriedades físicas estão muito modificadas quando comparadas ao estado natural sob vegetação nativa, mas devido ao revolvimento anual pelo cultivo da cana-de-açúcar ela apresentou melhores condições físicas que os volumes abaixo (ELIAS; NAKASHIMA, 2014).

A Tabela 1 apresenta uma classificação dos usos e manejos da terra em bacias hidrográficas quanto: ao tipo de mudança da superfície; ao tipo de uso e ao método de alteração, segundo Tucci; Clarke (1997).

Tabela 1 - Classificação das mudanças no uso da terra na superfície

Mudanças	Desmatamento
	Reflorestamento
	Impermeabilização
Usos	Urbanização
	Reflorestamento para exploração sistemática
	Desmatamento: extração de madeira; culturas de subsistência; culturas anuais; culturas permanentes
Métodos de alteração	Queimada
	Manual (enxada, foice, machado entre outros)

<b>Continuação da tabela 1</b>	
<b>Classificação</b>	<b>Tipos</b>
Métodos de alteração	Equipamentos (máquinas agrícolas, motosserras entre outros)

Fonte: adaptado de Tucci; Clarke, (1997, p. 139)

Chueh (2004) descreve que o tipo de uso da terra determinará as alterações na superfície de uma área, apontando os efeitos impactantes que podem causar desequilíbrio ambiental sob o ponto de vista hidrológico.

Outro fator de alteração no uso da terra em bacias hidrográfica é a urbanização e a impermeabilização, que podem causar vários efeitos sobre o ciclo hidrológico. Alguns deles podem ser vistos no aumento do escoamento médio superficial, e das enchentes; na redução da evaporação e do escoamento subterrâneo, na maior produção de sedimentos, na degradação da qualidade da água dos rios e contaminações dos aquíferos (TUCCI; CLARKE, 1998, p.39).

Em um estudo realizado na bacia hidrográfica do Rio Cachoeira em Joinville - SC referente a águas urbanas, Conrath (2012) constatou que a partir do desenvolvimento urbano de Joinville houve uma mudança na cobertura vegetal, causando vários efeitos que desfiguram os elementos do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia foi substituída pelas áreas impermeáveis, provocando um escoamento mais rápido e tendo pouca infiltração, evapotranspiração e conseqüentemente alta absorção de calor e acúmulo de sedimentos dentro dos canais dos rios. Devido a tais modificações na drenagem urbana da cidade, durante a ocorrência de elevadas precipitações elas tornam-se catastróficas para a população devido à ocorrência de alagamentos e inundações.

Bispo; Levino (2011) estudaram impactos ambientais decorrente do uso e ocupação desordenada da terra na região da periferia de Maceió - AL, mais especificamente os bairros de Benedito Bentes, Cidade Universitária e Tabuleiro do Martins. Verificaram que são áreas de risco iminente de inundações no perímetro urbano devido à impermeabilização do solo.

Outro fato verificado pelos autores foi que estes bairros estão localizados em uma área responsável pela recarga dos aquíferos que regulam os mananciais de abastecimento da cidade. Entretanto, deveria ocorrer a preservação destas áreas permeáveis facilitando a infiltração e contribuindo no abastecimento das bacias hidrográficas. No entanto, o que foi observado foi um processo acelerado de urbanização e conseqüentemente a redução de espaços de infiltração e aumento do escoamento superficial, gerando maior probabilidade de ocorrência de inundações e alagamento. Futuramente a cidade de Maceió poderá ter



problemas com abastecimento de água devido à drástica redução de áreas para realimentação do lençol freático, segundo os autores.

Todavia, segundo Chueh (2004) os impactos negativos decorrentes das alterações nas bacias hidrográficas com características agrícolas ou de preservação como áreas de mananciais mais distantes das cidades, ou menos urbanizadas não são menores quando estão em desequilíbrio, muitas vezes estão mascaradas pela distância e/ou pela inacessibilidade em função de outros fatores. Porém, mais cedo ou mais tarde o sistema natural responde às ações que o degradam expondo suas contaminações, seja por produtos tóxicos nos cursos dos rios por meio de agrotóxicos e/ou resíduos industriais, seja na degradação física manifestada pela aceleração dos processos erosivos e o assoreamento dos cursos de água devido aos desmatamentos e/ou as práticas agrícolas com técnicas incorretas.

### 2.3. Processos da dinâmica superficial em bacias hidrográficas

Os principais processos da dinâmica superficial que ocorrem em vários locais do Brasil, inclusive no estado do Paraná são os seguintes: feições erosivas, assoreamentos, movimentos de massa, solapamentos, *pipings* e colapsos. Sendo assim, neste item foram abordados somente os processos da dinâmica predominantes na bacia estudada, identificados em estudos preliminares.

#### 2.3.1. Feições erosivas

De acordo com Bigarella; Mazuchowski (1985), a erosão dos solos inicia-se depois das mudanças da cobertura vegetal, propiciando alterações nas condições físicas do solo, como, por exemplo, quando ocorre à ocupação de uma localidade sem o planejamento do meio natural, podem ocorrer mudanças hidrológicas provocadas pelo desmatamento, bem como pelas modificações nas características superficiais, causando uma redução acentuada, pelo menos temporária da permeabilidade.

Ao classificar a erosão pela ação das águas de precipitação, Zachar (1982) divide a em dois grupos: erosão superficial e erosão interna (ou subterrânea). Inclui no primeiro grupo a erosão laminar e boçorocas ou voçorocas. Ao segundo grupo a erosão intra-solo e erosão por entubamento (*piping*).

Para Magalhães (2001), a voçoroca consiste no desenvolvimento de canais nos quais o fluxo superficial se concentra. Formam-se devido à variação da resistência à erosão, que em

geral é devida a pequenas mudanças na elevação ou declividade dos terrenos. Voçoroca é o estágio mais avançado de erosão acelerada correspondendo à passagem gradual do processo de ravinamento, até atingir o lençol freático, com o aparecimento de surgências d'água. Diversos processos estão presentes na voçoroca, dentre eles pode-se citar os relacionados com o escoamento pluvial (lavagem superficial e formação de sulcos), de erosão interna do solo (*piping*), solapamentos e escorregamentos dos solos, além da erosão feita pela água do escoamento pluvial. No interior da voçoroca há surgências d'água, que durante o ano são alimentadas pelo lençol freático.

Desta forma, Rodrigues (1984) afirma que a erosão acelerada antrópica se desenvolve pela ação combinada de águas superficiais e subsuperficiais, erosão hídrica, condicionada por fatores locais como desmatamentos e ocupação desordenada do território. Esse tipo de erosão, segundo o autor, é a que deve ser identificada e contida.

Segundo Mafra (1981), a erosão do solo propriamente dito é de ação mais rápida, principalmente se os fatores ambientais a favorecem. Ocorrem pela influência da pluviosidade e dos ventos, fatores que, associados ao não uso de técnicas apropriadas, ao abuso de operações no campo da agricultura, engenharia e outros feitos pelo homem, intensificam o fenômeno. Dá-se o nome, portanto, a esse tipo de erosão acelerada, à qual os geógrafos, pedólogos e estudiosos do meio ambiente vêm dedicando grande atenção nos últimos anos.

Em estudos feitos com monitoramentos de erosão laminar em diferentes usos da terra em Uberlândia - MG, Junior et al. (2008), chegaram aos resultados de que a parcela de solo exposto perde cerca de quatro vezes mais material do que qualquer outro uso da terra. Ao final do experimento, ou seja, depois de sete meses de ação dos processos erosivos, esta parcela perdeu 665,17 g/m<sup>2</sup>, o que representa 66,517 Kg/ha de solo erodido, enquanto a parcela com milho perdeu 14,214 Kg/ha de solo erodido. A área da mata foi a mais eficaz na proteção contra a erosão laminar do solo, perdendo 0,008 Kg/ha de solo, e da área com *brachiaria* foi erodido 0,076 Kg/ha.

Dessa forma, Junior et al. (2008) concluíram que o escoamento superficial se mostrou inversamente proporcional à cobertura vegetal, indicando que esta é uma proteção eficaz para a contenção do fluxo superficial, por oferecer uma barreira física contra o aumento da energia cinética do escoamento. Ou seja, quanto mais densa é a cobertura vegetal e a serrapilheira no solo, mais eficaz é a planta no controle do processo erosivo a estas condições. As plantas apresentam também caráter facilitador da infiltração e por isso aumentam a capacidade do solo em absorver água, dificultando assim a sua saturação por umidade.

Silva et al. (2011), ao realizarem um estudo sobre uso da terra e perdas de solo na bacia hidrográfica do rio Colônia no estado da Bahia, compararam dois anos 1975 e 2002, verificaram que devido a substituição da cobertura vegetal natural por culturas agropecuárias, associado com tipo de solo e forma do relevo foram os responsáveis pelo aumento da perda do solo por erosão hídrica. Portanto, os locais que tiveram maiores perdas de solo nesta bacia hidrográfica foram às áreas onde se encontravam os Argissolos.

Já no estudo desenvolvido na microbacia do Ribeirão Água da Cachoeira situada em Paraguaçu Paulista - SP referente a unidades morfopedológicas e sua relação com o grau e os tipos de erosão do solo, Rossi et al. (2001) constataram que nas áreas onde foram encontradas rupturas convexas acentuadas havia predomínio de Argissolos com expressiva diferenciação textural, e estavam associados aos processos erosivos mais intensos, em função de fluxos preferenciais de água em superfície e subsuperfície. Esse material pedogeneizado é muito friável, principalmente em superfície, sendo seu arraste evidente.

Os autores comentaram que a manutenção de sistemas florestais junto às margens dos córregos parece ser o fator redutor dos processos erosivos da área, pelo menos dos mais agressivos, como, as ravinas profundas e voçorocas. Dessa forma o manejo excessivo contribuiu para a destruição da pouca estruturação dos solos, acelerando vertiginosamente estes processos.

Rossi et al. (2001), verificaram que em áreas de solos friáveis e de textura arenosa/média, a pastagem parece ser a atividade econômica menos impactante, quanto aos processos erosivos. Porém, processos de ravinamento são frequentemente iniciados pelo caminhamento do gado, o que indica a necessidade de mudanças no sistema de manejo destes, para promover a conservação dessas áreas.

Souza (2001), ao realizar um estudo sobre erosão em bacias hidrográficas no município de Umuarama-PR subdividiu as bacias hidrográficas em rurais e urbanas. Nas bacias hidrográficas rurais, foram identificados principalmente feições erosivas do tipo laminar, ravinas e erosão de margem. As feições erosivas ocorreram basicamente nas áreas de pastagens devido ao pisoteio e as trilhas formadas pelo gado ao longo de toda encosta, independentemente da classe de declividade, mesmo nas que apresentam declividades baixas, eles foram intensificados nos arredores dos locais destinados naturalmente ou artificialmente à concentração de águas que têm a finalidade de serem bebedouros dos animais.

Nesta mesma pesquisa também foram encontrados feições erosivas nos locais de culturas temporárias, sendo comum encontrar feições erosivas laminares, principalmente em áreas desprovidas de cobertura vegetal que expõe os solos.

Quanto os processos erosivos encontrado nas bacias hidrográficas urbanas, Souza (2001) constatou principalmente processos erosivos do tipo ravinas e voçorocas, erosão de margem e erosão laminar. Em campanhas de campos, a autora constatou que um dos principais motivos que levaram a ocorrência de feições erosivas nas áreas urbanas está relacionado às obras de infraestrutura implantadas inadequadamente. Ou seja, o controle e a recuperação das feições erosivas são problemas críticos e, muitas vezes, complexos, que o homem vem enfrentando, na atualidade em vários países, tanto nas áreas rurais quanto nas urbanas.

Ao estudar processos erosivos sob influência urbana na bacia hidrográfica do córrego Granada em Aparecida de Goiânia - GO, Aguiar (2009) evidenciou diversas feições erosivas como, sulcos, ravinas e voçorocas. Portanto, com o avanço da ocupação urbana inclusive nas áreas de várzeas, outro fato verificado foi à existência de ruas não pavimentadas, encostas elevadas e canais abertos, contribuindo para que, em períodos chuvosos ocorra à aceleração do fluxo hídrico superficial, levando a abertura dos primeiros sulcos que pode evoluir até chegar às voçorocas. Houve uma redução de infiltração no solo, e com isso o aumento do gradiente hidráulico, deflagrando processos erosivos em grande quantidade mesmo em locais onde o solo possui significativa resistência à erosão.

Em um estudo de monitoramento de voçorocas no município de Palmelo–GO, realizado por Carneiro et al. (2014), verificaram que a voçoroca ocupa uma área total de 9.803,50 m<sup>2</sup>, profundidade de 27 metros e extensão de 225 metros, apresentando em sua parte média largura de 64 metros e processo erosivo estagnado, pois possui forte presença de vegetação interna (embaúbas, bambus, samambaias etc.). Na área à jusante apresenta barramento de lençol freático para bebedouro de gado e na área à montante encontra-se um lixão a céu aberto e um cemitério em área declivosa. Na borda sul ocorre à presença da rodovia GO-020, com calha de despejo hídrico que promove a reativação marginal da voçoroca, e, na borda norte, tem a estrada rural do Monjolinho, apresentando fortes indícios de escoamento superficial em eventos severos de chuvas.

### 2.3.2. Assoreamento

Segundo Infanti; Fornasari (1998), o assoreamento é um processo que consiste na acumulação de partículas sólidas (sedimento) em meio aquoso, ocorrendo quando a força do agente transportador natural é sobrepujada pela força da gravidade ou quando a saturação das águas permite a deposição. A intensificação deste processo (assoreamento) decorre em geral

das atividades antrópicas, relacionado diretamente do aumento de erosão pluvial, por práticas agrícolas inadequadas e infraestrutura precária de urbanização, bem como da modificação da velocidade dos cursos d'água por barramentos, desvios, entre outros.

Souza (2001) identificou ocorrência de erosão de margem nos corpos d'água das sub-bacias no município de Umuarama - PR, principalmente naqueles que não apresentavam a proteção das matas ciliares, e, por isso, normalmente apresentavam um intenso assoreamento. Nas estradas vicinais e carreadores, principalmente nos abandonados, que não apresentavam nenhum tipo de medida estrutural adequada, observou-se formação de feições erosivas. Constatou-se o acúmulo de águas pluviais, que aliadas principalmente às condições naturais dos tipos de substrato rochoso e materiais inconsolidados podem contribuir no desenvolvimento de vários estágios de feições erosivas.

Ao realizar campanhas de campo a autora constatou problemas de assoreamento no Córrego Pinhalzinho, Umuarama-PR, sendo que fora observado a presença de dragas fixas no córrego, com o intuito de diminuir o seu assoreamento, pois ele é utilizado para o abastecimento de parte do município.

Tavares (2006) diagnosticou na bacia hidrográfica do Rio Punaú - RN, que o assoreamento afetava os mananciais de abastecimento superficiais, concluindo que a supressão da vegetação favoreceu o carregamento de sedimentos por suspensão para as margens dos corpos hídricos, alterando o ciclo natural dos cursos d'água.

Na pesquisa realizada por Abdon (2004), na bacia hidrográfica do rio Taquari - MS foi constatado que a erosão hídrica é, portanto, o processo que mais contribui com fornecimento de material sedimentar na bacia hidrográfica do rio Taquari, causando assoreamento de rios em toda a bacia e inundações na parte da planície da mesma. Nesta região, o aumento do volume de chuvas anuais, ocorrido a partir de 1970, com mudanças no regime de precipitação, vem contribuindo com a aceleração dos processos de erosão. Nas sub-bacias do planalto foram identificados, nos trabalhos de campo, muitos rios, córregos e veredas de buritis completamente assoreados. O assoreamento também tem produzido danos às áreas de nascentes ou brejo de gramíneas que margeiam muitos cursos de água no planalto.

Na planície da bacia do rio Taquari, dentro do Pantanal, o assoreamento do rio é mais expressivo ainda. Além dos impactos que este processo provoca de imediato, tais como perda de qualidade da água, diminuição da atividade da pesca e perda de navegabilidade, o assoreamento acelerado altera o curso do rio e o faz transbordar e inundar extensas áreas de campo, que anteriormente eram usadas exclusivamente para a pecuária extensiva, trazendo grandes prejuízos para a economia (ABDON, 2004).

O processo erosivo promove problemas também em cursos e reservatórios d'água, dentre esses pode-se citar: redução da capacidade de armazenamento dos reservatórios devido a sedimentação; redução do potencial de geração de energia elétrica em consequência da diminuição da capacidade de acumulação de água nos reservatórios, elevação dos custos de tratamento de água, desequilíbrio do balanço de oxigênio dissolvido na água e prejuízos para o crescimento de espécies aquáticas, em função da turbidez da água e da consequente redução na capacidade de propagação da luz e aumento dos custos de drenagem dos cursos e reservatórios (BARROSO; SILVA, 1992).

De acordo com o estudo de Dill (2002), referente ao assoreamento do reservatório de Vacacaí-Mirim e sua relação com a deterioração da bacia hidrográfica contribuinte, o autor verificou que urbanização é responsável por uma série de deteriorações. Corte e aterros, abertura de estradas em locais inadequados, urbanização em locais inadequados (áreas de preservação, áreas íngremes), retirada de mata ciliar entre outros. Conclui-se que o aumento da urbanização (corte e aterro, estradas, urbanização em áreas inadequadas), mais as áreas de conflitos existentes entre a ocupação atual e a ocupação potencial são responsáveis pelo aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, pelo transporte de sedimentos até o fundo do reservatório.

Sousa et al. (2013), realizaram um monitoramento e caracterização do assoreamento no rio São Francisco nas orlas urbanas de Petrolina – PE e Juazeiro –BA, e constataram, que o assoreamento no rio São Francisco ocorre devido à retirada da cobertura vegetal para ocupação irregular, a qual deixa o solo exposto aos processos erosivos. Assim, durante as chuvas, ocorre o carregamento do regolito para o leito fluvial, intensificando o assoreamento. Constatou-se também que seus principais afluentes e ilhas contribuem com uma quantidade considerável de sedimentos.

Após a conclusão do mapeamento e monitoramento dos pontos assoreados e da avaliação ecodinâmica das áreas estudadas, pode-se inferir a predominância da instabilidade ambiental, já que a paisagem local encontra-se muito degradada. Desta forma, o reflorestamento das margens ciliares seria um método eficaz para amenizar os problemas relacionados ao assoreamento do rio, como também a realização do processo de dragagem para retirada dos sedimentos no leito fluvial (SOUSA et al. 2013).

Neste contexto, as pesquisas que identificam nas bacias hidrográficas os tipos de uso da terra e os processos atuantes da dinâmica superficial, podem se utilizar ou elaborar documentos cartográficos com o uso de geotecnologias, que serão abordados na sequência,

para proporcionar dados para elaborações de medidas que visem o melhor entendimento da dinâmica das mesmas.

#### 2.4. O uso de geotecnologias como ferramenta para análise de bacia hidrográfica

As geotecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto e aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) estão cada vez mais interligadas. Suas aplicações nos diferentes campos do conhecimento têm aumentado. A princípio, em Geografia essas tecnologias têm uma vasta aplicação (FLORENZANO, 2005).

Segundo Colavite (2008), o Geoprocessamento ou geotecnologias como alguns autores chamam, embora trabalhem com mapas e produzam produtos cartográficos, tem como objetivo principal fornecer as ferramentas necessárias à realização de análise de dados geográficos ou espacial, por meio dos SIG's.

Para Câmara; Monteiro (1998), o Geoprocessamento é uma ciência que utiliza técnicas de outras ciências para seu amplo desenvolvimento, como no caso das Ciências Matemáticas (modelos matemáticos, álgebra, estatística, lógica, probabilidade, dentre outro) e da Ciência da Computação (banco de dados, equipamentos, programas, tecnologia), e justamente por esse motivo é considerado como interdisciplinar.

Assim as geotecnologias são consideradas por Colavite (2009), um conjunto de ferramentas e instrumentos utilizados para coleta, armazenamento, processamento, análise e interpretação de dados geográficos, dando suporte aos estudos e às análises geográficas.

Neste contexto, Veloso et al. (2011) escrevem que as geotecnologias têm sido amplamente utilizadas nas análises ambientais em virtude de sua flexibilidade e disponibilidade, pois trabalham com um sistema computacional que permite analisar as informações de uso do solo em bacias hidrográficas de forma mais rápida e precisa.

Florenzano (2002) salienta que as imagens de satélite mostram os ambientes e as suas transformações, destacam os impactos causados por fenômenos naturais como as inundações e a erosão do solo (frequentemente agravados pela intervenção do homem), e antrópicos como os desmatamentos, as queimadas, a expansão urbana, ou outras alterações do uso e da ocupação da terra.

Filho et al. (2003), realizaram um estudo sobre caracterização de bacias hidrográficas impermeabilizadas pelo processo de urbanização com suporte de geotecnologias na cidade de São José dos Campos – SP. Para esta análise foram utilizadas fotografias aéreas coloridas e por meio desta interpretação e cruzando os dados no SPRING, eles obtiveram três classes de

criticidade de impermeabilização. Com base nestas análises constataram que as bacias hidrográficas que sofreram alta impermeabilização foram: a bacia hidrográfica do Ribeirão Vidoca, 42,48%, a bacia hidrográfica do Ribeirão Lavapés 41,88% e a bacia hidrográfica do Córrego Ressaca 37,77%.

Nascimento et al. (2005) utilizaram técnica de geoprocessamento na identificação de conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. Por meio destas técnicas foi possível mapear doze classes de uso da terra e delimitar áreas de preservação permanente, situadas no terço superior dos morros, encostas com declividade superior a 45°, nascentes e margens dos cursos d'água inferior a 10 metros corresponderam a 45,95% da área total. As áreas ocupadas com cafezais e pastagem corresponderam a 43,8% e áreas de preservação permanentes com vegetação nativa com 18,61%.

Venturieri et al. (2005) utilizou imagens Landsat e CBERS na avaliação da mudança do uso e cobertura da terra e seus reflexos na qualidade da água em bacias de primeira ordem do município de Paragominas, Pará. Concluíram que, apesar de ser uma região tradicional de criação de gado, e aparentemente consolidada em termos de exploração do espaço, o município de Paragominas continua sofrendo uma grande perda do recurso florestal sendo, inclusive, o desmatamento de matas ciliares um dos maiores problemas na região. Identificou-se que a substituição da vegetação primária, principalmente as vegetações ripárias, por sistemas de produção agropecuários vem alterando a qualidade da água na área de estudo.

Gouveia et al. (2013), aplicaram ferramentas geotecnológicas no monitoramento do uso da terra da bacia hidrográfica do Córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra – MT por meio das imagens do satélite Landsat de 1984 e 2011. Foram identificadas cinco classes: cobertura florestal, vegetação secundária, agricultura, pastagem e lâmina de água. Os resultados indicaram diminuição nos percentuais das classes: de 35,35% na cobertura florestal, de 11,78% em pastagens e de 100% na vegetação secundária, decréscimos esses relacionados ao aumento de 248,75% da agricultura.

Portanto, pode ser observado nos trabalhos de Campos et al. (2004), Tancredi; Borges (2009), Veloso et al. (2011) e Bueno (2016) que eles demonstraram a eficiência da utilização das geotecnologias no monitoramento e na gestão de bacias hidrográficas, após a elaboração de banco de dados e de produtos cartográficos.

De acordo com Perez Filho et al. (2006), os parâmetros para mapeamento como; hidrológicos, geomorfológicos, uso e ocupação da terra, pedológico, climatológico e meteorológico; correlacionando-os com dados georreferenciados da área de estudo constitui



uma sumarização analítica que pode ser aplicada de maneira prática em operações que envolvem álgebra de mapas, ou mesmo norteando de forma qualitativa a otimização de parâmetros com maior peso, priorizando a melhoria do mapeamento em termos de escala e precisão, favorecendo o monitoramento e a gestão de bacias hidrográficas.

A exemplo disso, Perez Filho et al. (2006) realizaram um estudo de monitoramento e gerenciamento de bacias hidrográficas urbanas associando a inundação no ribeirão Quilombo na Região Metropolitana de Campinas, utilizando geotecnologias. Os resultados apontaram que os impactos relacionados a esses alagamentos estão, em sua maioria, associados aos episódios de chuvas intensas, que combinam um grande volume de precipitação em um curto espaço de tempo, e são oriundos das enchentes resultantes do abundante escoamento superficial potencializado pelo alto nível de impermeabilização do solo, e posterior transbordamento dos cursos d'água.

Sendo assim, esta revisão bibliográfica de conceitos e aplicações fundamentou o desenvolvimento da pesquisa.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta parte da dissertação descreve a bacia hidrográfica em estudo, na qual abordou-se a localização e a caracterização fisiográfica. Nos métodos foram tratados os procedimentos metodológicos adotados para se chegar aos objetivos principal e específicos desta pesquisa.

#### 3.1. Material

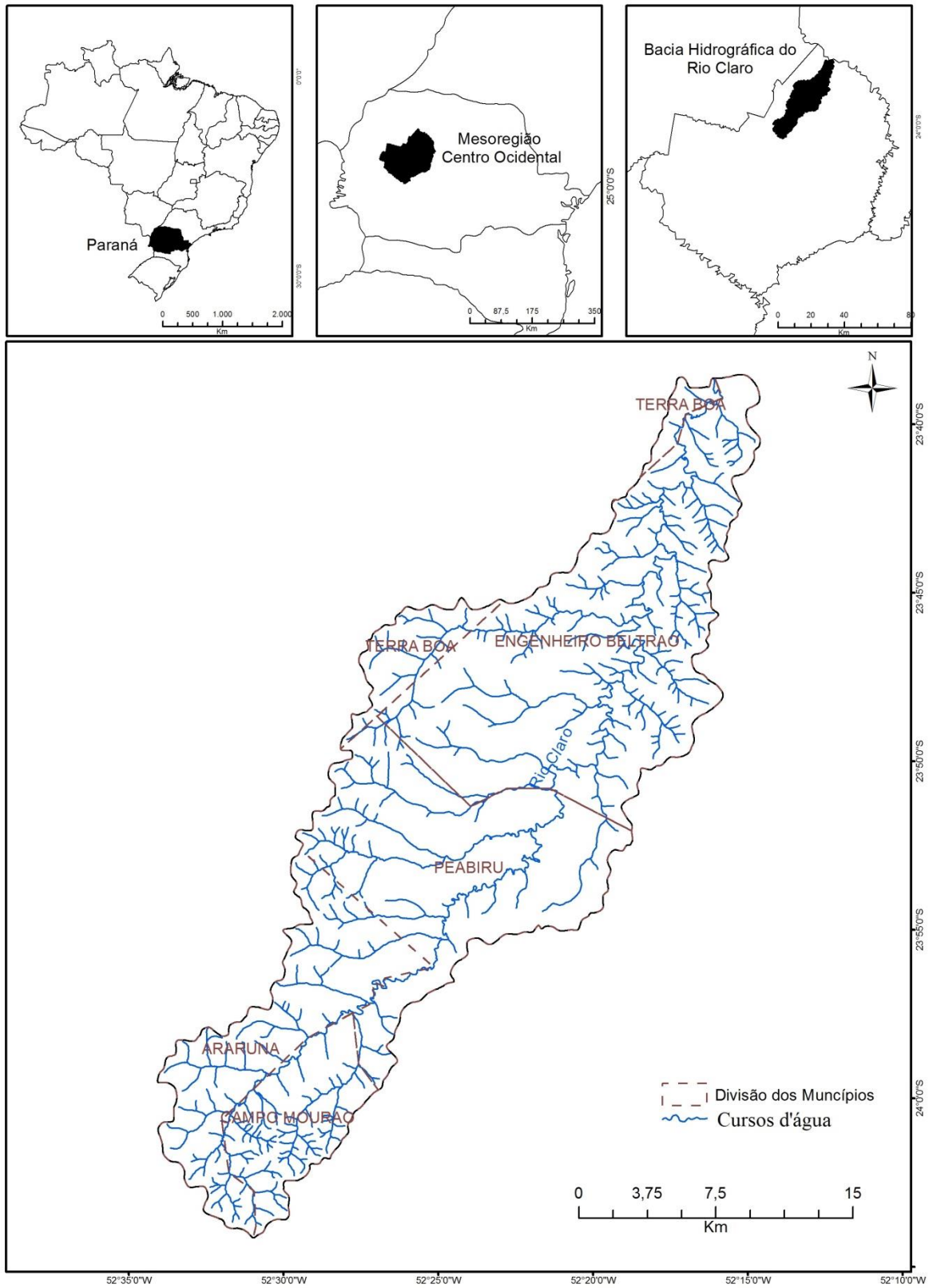
A bacia hidrográfica do Rio Claro está localizada entre as latitudes de 23°38'35''S e 24°03'56''S, e entre as longitudes de 52°38'35''W e 52°30'57''W. Esta bacia (figura 1) drena terras dos municípios de Campo Mourão, Araruna, Peabiru, Terra Boa e Engenheiro Beltrão.

A bacia do Rio Claro é de quinta ordem e de padrão dentrítico, segundo Souza (2015), pertence à bacia do rio Ivaí e está próximo ao limite da bacia rio Piquirí, sendo denominado por Maack (1981) como Vale do Piquirivaí. Esta inserida no comitê de bacias hidrográficas do Baixo Ivaí/Paraná 1 (SEMA, 2010).

Segundo Souza (2015), a presente bacia ocupa uma área de 540,73km<sup>2</sup> com canais de drenagem de extensão de 606,91km e perímetro de 153,66km. O comprimento do canal principal é de 83,72km, tendo sua nascente no município de Araruna.

Com relação ao clima da bacia do Rio Claro, ocorrem os tipos Cfb e Cfa, que foram descritos por Maack (2012). O clima Cfb, clima subtropical úmido mesotérmico ocorre nos municípios de Campo Mourão, sul de Araruna e sul de Peabiru com chuvas ao longo do ano todo, e de acordo com o IAPAR (2000). O volume médio anual de precipitação varia entre 1600 a 1800 mm, com verões brandos e geadas mais frequente durante outono e inverno de acordo com a classificação climática de Köppen (1948).

Figura 1- Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Claro, Mesorregião Centro-Ocidental Paranaense



Fonte: Cartas topográficas IBGE (1972) e Ministério do Exército (1990)  
Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

Quanto ao clima Cfa, clima subtropical úmido mesotérmico, ocorre na parte norte dos municípios de Araruna e Peabiru e nos municípios de Terra Boa e Engenheiro Beltrão, com verões quentes e geadas pouco frequentes no outono e no inverno. Apresenta tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. Conforme, os dados de precipitação do IAPAR (2000), a média anual de chuva varia entre 1400 a 1600mm. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22 °C e a dos meses mais frios são inferiores a 18 °C. A temperatura média anual está entre 20 e 21 °C.

A presente bacia está inserida numa região geológica de transição entre os derrames vulcânicos do período Cretáceo da Formação Serra Geral do Grupo São Bento e áreas de deposição do Grupo Botucatu da Era Mesozóica (Bacia do Paraná), sendo representada localmente pela Formação Caiuá suprabasáltica (BIGARELLA; MAZUCHOWSKI, 1985).

Segundo Maack (2012), os aspectos geomorfológicos estruturais que controlam a paisagem natural do Estado do Paraná dividem-se em duas grandes regiões naturais a destacar: o litoral e os planaltos do interior. De acordo com o Atlas Geomorfológico do Paraná (2006), a bacia hidrográfica do Rio Claro está situada no Terceiro Planalto Paranaense, que engloba os planaltos de Umuarama e Campo Mourão.

De acordo com o levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná, realizado pela Embrapa (2006), ocorrem na área de pesquisa os seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho de textura média, Latossolo Vermelho de textura argilosa, Argissolo Vermelho de textura média/arenosa, Neossolo Litólico de textura argilosa e Nitossolo Vermelho de textura argilosa.

A cobertura vegetal original na bacia hidrográfica do Rio Claro, à sua montante encontra-se em uma área de transição entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Semidecidual, sendo que a maior parte da bacia hidrográfica é composta por espécimes da Floresta Semidecidual (PAROLIN et al. 2010). De acordo com Maack (2012) pode ser encontrado variações da Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Estacional Semidecidual Aluvial.

Para Maack (1981), a mata secundária vem sendo, há algumas décadas, e ainda está sendo substituída especialmente no Terceiro Planalto Paranaense, para ceder lugar às áreas agrícolas que ocupavam grande extensão.

Segundo Nóbrega e Serra (2009), encontram-se no Terceiro Planalto Paranaense, mais especificamente na Mesorregião Centro-Occidental Paranaense, zonas de domínio de arenitos pertencente à Formação Caiuá, eles são ocupados normalmente por pastagem, para criação de

gado de corte. As zonas de domínio do basalto são ocupadas pelas lavouras mecanizadas como soja, milho e trigo.

Já nas áreas caracterizadas como frente de contato arenito-basalto, em que predominam solos mistos, ora com maior teor de argila e ora com maior teor de areia, tal comportamento definido de exploração agrícola não é seguido à risca. As características pedológicas próprias das áreas de contato fazem dos solos mistos espaços de produção que tanto servem ao modelo utilizado nas faixas de domínio do arenito, quanto ao modelo de lavouras mecanizadas utilizando naquelas do basalto. Tal versatilidade, a propósito, é que torna as zonas de contato atraentes para o desenvolvimento de estudos, principalmente na área da Geografia (NÓBREGA, SERRA, 2009).

Atualmente, segundo Souza (2015) a área que compreende a bacia hidrográfica do Rio Claro, é ocupada principalmente por propriedades agrícolas, destinadas a monocultura de soja/milho no verão e milho/trigo no inverno, também registrou-se a presença do cultivo de cana-de-açúcar e da mandioca, destinada às usinas de açúcar e álcool e fecularias estabelecidas na região, além de áreas de pastagens para criação de gado de corte.

### 3.2. Métodos

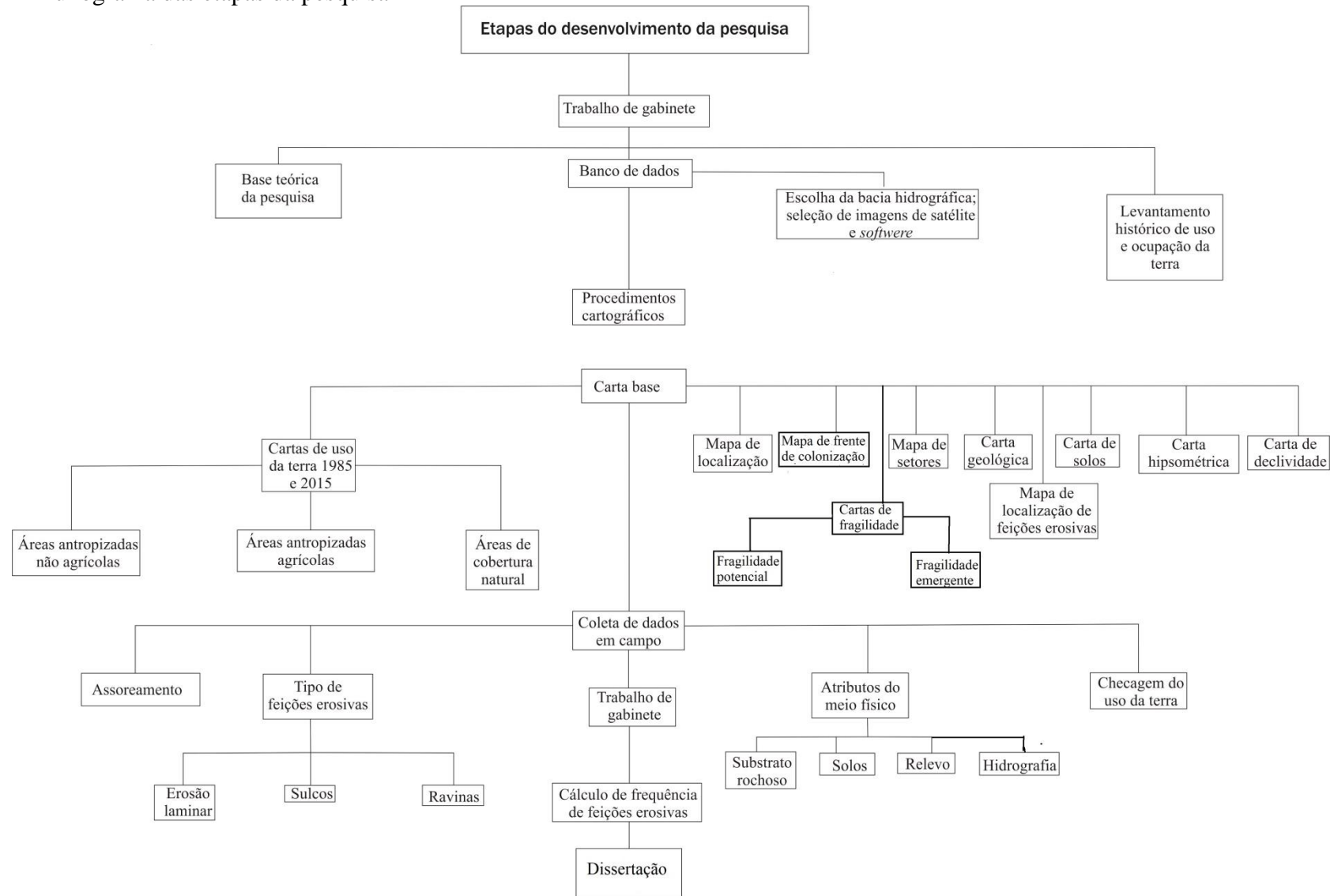
Neste item foram abordados os procedimentos metodológicos adotados para se chegar aos objetivos, principal e específicos, que foram definidos inicialmente. Sendo assim, as etapas da pesquisa foram apresentadas de maneira sintetizada em um fluxograma (Figura 2), e descritas na sequência.

#### 3.2.1. Trabalho de gabinete

Nos trabalhos de gabinete foram desenvolvidas as atividades necessárias para o planejamento da pesquisa, a fundamentação teórica e a análise dos resultados finais. Nesta etapa, foi elaborado o banco de dados no *software Arc Gis 10.1* (versão *free trial*), para armazenar os produtos cartográficos existentes como: cartas topográficas, cartas geológicas e de solos, imagens SRTM (Missão Topográfica Radar *Shuttle*) e imagens do satélite LandSat 5 do tipo *Thematic Mapper* (TM).

Após a escolha da bacia hidrográfica, foi realizado um levantamento histórico em trabalhos científicos como teses, dissertações e artigos, desenvolvidos na região referentes aos principais atributos do meio físico, incluindo os processos da dinâmica superficial, e os tipos de uso e ocupação da terra, desde a sua colonização até os dias atuais.

Figura 2- Fluxograma das etapas da pesquisa



### 3.3.2. Documentos Cartográficos

O banco de dados foi elaborado no *software Arc Gis (versão free trial)*, a partir, das cartas topográficas 1:50.000 rasterizadas retiradas do TOPODATA, sendo elas: Araruna – folha SF-22-Y-C-VI-4 (Ministério do Exército, 1990); Quinta do Sol - folha SF-22-Y-D-IV-4 (Ministério do Exército, 1990); Farol - folha SG-22-V-A-III-2 (Ministério do Exército, 1990); Campo Mourão - folha SG-22-V-B-I-1 (Ministério do Exército, 1990); Jussara- folha SF-22-Y-D-IV-1 (IBGE, 1972); Ivatuba - folha SF-22-Y-D-IV-2 (IBGE, 1972); Peabiru - folha SF-22-Y-D-IV-3 (IBGE, 1972); Cianorte - folha SF-22-Y-C-VI-2 (Ministério do Exército, 1990) e Juranda – folha SG-22-V-A-III-3 (Ministério do Exército, 1990). Os datums adotados foram o WGS84 e o Sirgas 2000, na qual se elaborou uma carta base para confecção das cartas.

Após a elaboração da carta base, foram produzidas as cartas (declividade, hipsométrica, geológica, solos e uso da terra de 1985 e 2015 e cartas de fragilidade emergente e potencial). Além dos mapas de localização da área, de setores e rede de drenagens, de frentes de colonização e de feições erosivas. Os procedimentos metodológicos, teóricos e práticos, adotados na elaboração e adaptação de cada produto cartográfico serão explanados a seguir.

**Carta de declividade:** a elaboração dessa carta foi realizada, por meio, do estabelecimento de cinco classes de declividade como pode ser observado na tabela 2. A definição das devidas classes visou uma melhor representação da inclinação do terreno em relação ao plano horizontal, baseando-se na escala 1:50.000 com equidistância de 20m e nas adaptações das classes propostas por Ross (1996).

Tabela 2 - Classes de Declividade da área estudada

Classes de declividade (%)	Classificação do Relevo
>30	Montanhoso
20-30	Forte Ondulado
12-20	Ondulado
6-12	Suave ondulado
0-6	Plano

Fonte: Adaptado de Ross (1996)

**Carta hipsométrica:** a hipsometria da bacia do Rio Claro foi obtida na escala 1:50.000 a partir do estabelecimento de oito classes hipsométricas com equidistância de 40m como pode ser observado na tabela 3. As cores adotadas para representação das classes

hipsométricas foram baseadas nas normas internacionais da Cartografia Temática, segundo Libault (1975).

Tabela 3 - Classes hipsométricas da área estudada

<b>Classes hipsométricas (m)</b>
540 a 580
500 a 540
460 a 500
420 a 460
380 a 420
340 a 380
300 a 340
<300

**Carta geológica:** na elaboração da carta geológica, 1:50.000, foram adaptadas quatro cartas, na escala 1: 250.000, que se encontram disponíveis no *site* da Mineropar do ano de 2007, são elas: Campo Mourão, Umuarama, Cascavel e Londrina. Por meio destas cartas, sobrepôs-se o contorno da bacia hidrográfica do Rio Claro, para subtrair os contatos inferidos dos diferentes tipos de substratos geológicos presentes na área de estudo. Posteriormente, foi feita checagem dos dados em campo, devido as diferentes escalas adaptadas.

**Carta de solos:** foi elaborada a partir da adaptação da carta de solos da Embrapa (2007), disponível no *site* do ITCG, na escala 1:250.000. Como a escala do mapa é pequena em relação à escala adotada foram feitos alguns ajustes, segundo a técnica de sobreposição de produtos cartográficos já elaborados da área como a declividade, hipsometria e a rede hidrográfica, e quando necessário também da carta geológica, pois esses atributos contidos nestas cartas foram averiguados em campo. Esta técnica foi utilizada na região por vários autores: Paiva et al. (2009), Paiva (2010) e Graça (2013), o que possibilitou uma aferição dos dados cartográficos.

Após a sobreposição e readequação da carta de solos, foi realizada a descrição das características de cada tipo de solo que foi identificado pela Sociedade Brasileira de Ciências do Solo (SBCS), em 2013. Ou seja, cada solo apresenta um desenvolvimento ou formação sobre determinada condição de declividade e localização na vertente e, também, quando muda o substrato geológico. Assim, solos como Latossolos encontram-se dispostos no topo ou na região da média a alta vertente, em declividades inferiores a 8% no geral, os Nitossolos estarão dispostos da média a baixa vertente em declividades variadas, mas no geral entre 8 a 20%, os Neossolos em declividades acima de 20%, e os Argissolos podem ocorrer em declividades variadas, tanto na alta quanto na baixa vertente, ele é determinado pelo substrato geológico.



A legenda da carta de solos adaptada está composta pelos tipos de solos até para o segundo nível categórico e textura. As cores na carta adaptada seguiram as propostas da SBCS (2013). Todo esse processo de adequação e finalização foi feito no *software Arc Gis*, e as definições de cada tipo de solo, reconhecido na bacia, foram adotados da Embrapa (2006) e são eles:

**Argissolos:** constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural com argila de atividade baixa ou alta, conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial. A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual. São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt.

**Latossolos:** constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de energéticas transformações no material constitutivo. Variam de fortemente a bem drenados, embora ocorram solos que têm cores pálidas, de drenagem moderada ou até mesmo imperfeitamente drenada, indicativa de formação em condições, atuais ou pretéritas, com um certo grau de gleização. São normalmente muito profundos, sendo a espessura do *solum* raramente inferior a um metro. Têm sequência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de subhorizontais, e transições usualmente difusas ou graduais. Em distinção às cores mais escuras do A, o horizonte B tem cores mais vivas, variando desde amarelas ou mesmo bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas (EMBRAPA, 2006).

**Neossolo Litólico:** solos com horizonte A ou hístico, assentados diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm (cascalhos e matações), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. (EMBRAPA, 2006).

**Nitossolos:** solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A com argila de atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do

horizonte B, dentro de 150cm da superfície do solo. Têm textura argilosa ou muito argilosa (teores de argila maiores que 350g/kg de solo a partir do horizonte A) e relação textural igual ou menor que 1,5 (EMBRAPA, 2006).

**Cartas de uso e ocupação da terra** foram elaboradas duas cartas temáticas para representar as formas de uso e ocupação da terra para o período correspondente aos anos de 1985 e 2015, na escala de 1:50.000. A escolha destes anos foi por dois motivos, o primeiro pelo fato do ano de 1985 ter as primeiras imagens de satélite gratuitas e de qualidade, com resolução compatível à escala de análise. O segundo motivo foi que o ano de 2015 ou trinta anos de análise com dados atualizados e imagens de satélites compatíveis com 1985.

A imagem selecionada para ano de 1985 foi a LandSat 5 (TM) 223/76-77 - 15/08/1985, e a imagem selecionada de 2015 foi a LandSat 8 (TM) – 23/08/2015, obtida junto ao U.S. *Geological Survey*, na escala 1:50.000.

O método utilizado, para as duas imagens, foi a interpretação visual e classificação supervisionada (MaxVer), realizado no *Arcgis 10.1* (versão *free trial*). De acordo com Florenzano (2007), independente da resolução e escala, as imagens de satélite possibilitam extrair os elementos básicos de análise e interpretação a partir dos quais se obtém informações de objetos, áreas, ou fenômenos. Esses elementos são: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização.

A identificação das classes de uso da terra foi embasada no sistema de classificação proposto pelo Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013).

Assim como, as subclasses temáticas de uso da terra (Tabela 4). Os detalhamentos dos conceitos das subclasses são descritos a seguir.

**Tabela 4** - Classes e subclasses do Uso da Terra

<b>Nível I Classes</b>	<b>Nível II Subclasses</b>
Áreas Antrópicas não Agrícola	Área Urbanizada
Áreas Antrópicas Agrícolas	Cultura
	Pastagem/Campestre
	Silvicultura
Área de Vegetação Natural	Floresta

Fonte: adaptado de IBGE (2013)

**Área Urbanizada:** compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas.

**Cultura:** consideram-se terras utilizadas para agricultura e agronegócios, com áreas cultivadas com culturas temporárias (como por exemplo, soja, milho e trigo) e foram incluídas

nesta subclasse as lavouras semi-permanentes (como por exemplo, cana-de-açúcar e mandioca).

**Pastagem/Campestre:** corresponde a área não arbórea. Constituem esta classe, tanto pastagem naturais, como plantadas, utilizadas para criação de gado de corte e, secundariamente o gado leiteiro em pequenas propriedades, além de aviários para produção de frangos.

**Silvicultura:** são representadas pelas áreas com plantio ou formação de espécies florestais nativas ou exóticas, principalmente, pelo pinus (*Pinus elliotti*) e eucaliptos (*Eucalyptus sp.*).

**Floresta:** consistem em áreas ocupadas por formações arbóreas, representadas pelas formações Ombrófila Mista e Semidecidual em seus diferentes estágios.

Além desta etapa, também foi realizado um levantamento exploratório dos principais tipos de culturas cultivadas, cujo intuito foi verificar os tipos de uso da terra que se encontram na área de estudo de acordo com a classificação da cobertura e uso da terra proposto pelo Manual Técnico do Uso da Terra do IBGE (2013). Pois, por meio deste levantamento histórico, foi possível traçar um parâmetro de como foi ocupada a área de estudo e como se encontrava até 2015.

**Mapa de localização da área:** Foram confeccionados os contornos dos limites dos municípios com suas respectivas áreas urbanas e rurais instaladas na bacia hidrográfica em estudo na escala 1:50.000. Além de, apresentar a localização espacial da bacia pesquisada nos mapas do Brasil e estado do Paraná e a rede de drenagens da bacia pesquisada.

**Mapa das frentes de colonização:** foi elaborado a partir da carta base, delimitando as áreas de atuação das colonizadoras que atuaram no perímetro da bacia hidrográfica do Rio Claro, segundo os estudos realizados por Yokoo (2013).

**Mapa de setores:** na elaboração deste mapa, foram utilizadas informações existentes, nas folhas topográficas do IBGE (1977) e do Ministério do Exército (1990) e dados altimétricos do SRTM, conforme citados anteriormente, na escala 1:50.000.

A delimitação dos setores (A, B e C) na bacia pesquisada, foi feita a partir, da análise preliminar de alguns atributos como os diferentes tipos de substrato rochoso, também utilizou-se da hipsometria e declividades, mas com base na delimitação dos contatos dos substratos rochosos, inferiu-se a linha divisória dos setores da bacia hidrográfica.

A rede de drenagens foi extraída após a delimitação do perímetro e a identificação dos principais rios da bacia do Rio Claro. Para a classificação hierárquica dos cursos d'água, utilizou-se o método proposto por Strahler (1952).

**Mapa de localização de feições erosivas:** foi elaborado a partir da carta base, sendo a localização dos pontos de erosões localizados inicialmente no Google *Earth* e em seguida inserida no banco de dados para a elaboração deste mapa.

Ainda, nos levantamentos realizados no referencial teórico sobre os processos da dinâmica superficial já registrados, historicamente na área em estudo, foram adotados os conceitos para os diferentes tipos de feições erosivas, que foram identificados nas imagens do Google *Earth*, e, posteriormente foram checadas em campo e localizadas no mapa final de feições erosivas. Sendo assim os conceitos adotados na presente pesquisa para feições erosivas foram:

**Erosão Laminar:** refere-se ao tipo de remoção mais ou menos uniforme de solo de uma área, sem o aparecimento de sulcos na superfície dela (LEMOS, SANTOS, 1996);

**Sulcos:** pequenos canais resultantes da concentração do escoamento superficial concentrado (FOURNIER, 1960);

**Ravinas:** feições erosivas resultante do aprofundamento dos sulcos, oriundos da concentração do escoamento superficial concentrado (FOURNIER, 1960);

**Voçoroca ou Boçoroca:** fenômeno essencialmente hídrico, que se desenvolve graças à ação conjunta das águas superficiais e subterrâneas (BIGARELLA, 1974).

Foi utilizada uma equação para calcular o índice de concentração de feições erosivas em uma determinada área (Equação 1), que foi modificada de Ponçano et al. (1989), onde os autores utilizaram uma equação que foi feita exclusivamente para a concentração de boçorocas.

Equação 1:

$$CFE = N/A$$

Onde:

CFE: Cálculo da frequência de feições erosivas;

N: Número de feições erosivas;

A: Área em Km<sup>2</sup>

**Cartas de Fragilidade:** foram elaboradas duas cartas de fragilidade uma de fragilidade potencial e uma de fragilidade emergente.

**Carta de Fragilidade Potencial:** Para a elaboração desta carta, adotou-se a proposta de Ross (1994), adaptado de Bonifácio (2013), por apresentar características semelhantes do meio físico com a área de estudo. Os graus de fragilidades atribuídos por Bonifácio (2013)

para os elementos solos e declividade, foram apresentados na tabela 5 (solos) e tabela 6 (declividades).

Tabela 5 - Grau de fragilidade das classes de solos

<b>Graus</b>	<b>Classes de Solos</b>
1	Latossolo Vermelho textura argilosa
2	Latossolo Vermelho textura média
3	Nitossolo Vermelho textura argilosa
4	Argissolo Vermelho textura arenosa/média
5	Neossolo Litólico

Fonte: Adaptado de Bonifácio (2013)

Tabela 6 - Graus de fragilidade das classes de declividade

<b>Graus</b>	<b>Classes de Declividade %</b>
1	<6
2	6 a 12
3	12 a 20
4	20 a 30
5	>30

Fonte: Adaptado de Bonifácio (2013)

Após a adoção dos graus de fragilidade para os solos e as declividades/ a autora sistematizou uma hierarquia nominal representada por códigos: muito fraca (1), fraca (2), moderada (3), forte (4) e muito forte (5). Essas categorias expressam a fragilidade do ambiente.

De acordo com Bonifácio (2013), a classificação da fragilidade potencial é obtida através da soma dos pesos desses elementos (solo x declividade) e da média aritmética resultante, como pode ser observado na tabela 7.

Tabela 7 - Classificação da fragilidade potencial

<b>Tipo de solo</b>	<b>Classes de declividade</b>	<b>Soma</b>	<b>Média</b>	<b>Categoria</b>
1	1	2	1	Muito Fraca
1	2	3	1,5	Fraca
1	3	4	2	
1	4	5	2,5	Moderada
1	5	6	3,0	
2	1	3	1,5	Fraca
2	2	4	2,0	Fraca
2	3	5	2,5	Moderada
2	4	6	3,0	
2	5	7	3,5	Forte
3	1	4	2,0	Fraca
3	2	5	2,5	Moderada
3	3	6	3,0	

Continuação da tabela 7				
Tipo de solo	Classes de declividade	Soma	Média	Categoria
3	4	7	3,5	Forte
3	5	8	4,0	
4	1	5	2,5	Moderada
4	2	6	3,0	
4	3	7	3,5	Forte
4	4	8	4,0	
4	5	9	4,5	Muito Forte
5	1	6	3,0	Moderada
5	2	7	3,5	Forte
5	3	8	4,0	
5	4	9	4,5	Muito Forte
5	5	10	5,0	

Fonte: Adaptado de Bonifácio (2013)

**Carta de Fragilidade Emergente:** na Fragilidade Emergente foi considerada a atuação da ação antrópica sobre o meio natural. Nesse aspecto é dado destaque às condições de cobertura da superfície dos solos, avaliando o papel de proteção em função dos diferentes tipos de revestimento vegetal e uso (BONIFÁCIO, 2013).

Para autora, na classificação da fragilidade emergente, considerou-se a média obtida na etapa anterior, à determinação da fragilidade potencial, e somou-se a essa os pesos equivalentes às formas de uso. A adoção da soma ao invés da média, como na determinação da fragilidade potencial, justifica-se pelo papel transformador que as práticas e manejos da superfície desempenham no sistema, gerando condições para a instalação de processos e dinâmicas diferentes daquelas existentes no sistema original.

A tabela 8 apresenta a elaboração de uma classificação proposta por Bonifácio (2013) definindo pesos para as classes de uso da terra.

Tabela 8 - Classificação do uso da terra

Usos da Terra	
Floresta (mata)	0
Pastagem	+0,5
Cultura	+1,0

Fonte: Adaptado de Bonifácio (2013)

Para a representação gráfica das cartas de fragilidade, foram utilizados os mesmos critérios de elaboração propostos por Bonifácio (2013) na qual optou-se pela variação do tom de cores que indicassem a intensidade dos fenômenos analisados. Essa ideia foi expressa através do uso de tons relativos a uma matriz de uma determinada cor. Foi usado o tom claro para representar a baixa intensidade dos fenômenos, um tom intermediário para representar a

intensidade média e um tom forte para representar a alta intensidade dos fenômenos, utilizando as matrizes presentes nas cores verde, amarelo e vermelho.

### 3.2.3 Trabalho de campo

O trabalho de campo constou em duas etapas: na primeira foi realizado o reconhecimento da área de estudo, para verificar os principais atributos do meio físico (substrato rochoso, solos e relevo) e os tipos de uso da terra, os locais de ocorrência das feições erosivas e assoreamento, e para fazer os registros fotográficos.

Num segundo momento, foi checado o mapa preliminar das feições erosivas, elaborado por meio das imagens do *Google Earth*, onde foram selecionados os principais pontos de ocorrência, pois, foi através das informações levantadas por meio deste produto cartográfico, que facilitou a visualização, para encontrar os locais que mais ocorriam as feições erosivas, direcionando, portanto, as atividades *in loco*.

Após escolher os pontos de coleta dos dados em campo foi realizada a verificação, quantificação e demarcação com o auxílio do GPS (Sistema de Posicionamento Global) das erosões existentes na bacia hidrográfica, com o auxílio de uma ficha de campo (Apêndice 1).

Para realização das atividades em campo foram utilizados alguns materiais como: cartas topográficas e imagem do *Google Earth* para localização das vias de acesso dos pontos selecionados para a checagem *in loco* das feições erosivas, câmara fotográfica Samsung 12.1, para a realização dos registros fotográficos, GPS, fichas de campo e trena laser para medir feições erosivas.

## 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta etapa da pesquisa foi discutida historicamente a maneira como ocorreu o uso e a ocupação da terra no decorrer das décadas de 1940 e 1950 do século passado até os dias atuais, e também, como os atributos do meio físico influenciaram no desenvolvimento acelerado de processos da dinâmica superficial como as feições erosivas e o assoreamento dos cursos d'água com o uso e ocupação da terra.

### 4.1. Evolução histórica do uso e ocupação da terra na região da bacia hidrográfica do Rio Claro

Historicamente, a área de estudo teve como base de sua economia as atividades agropecuárias, passando por diversos ciclos, sendo dois de menor relevância pelo fato desses não contribuírem para o desenvolvimento econômico da região estudada. Segundo Yokoo (2013), os ciclos foram à pecuária extensiva e a criação de porcos no sistema “safrista” (criação de porcos soltos na mata).

Segundo o mesmo autor, os ciclos de maior relevância se deram pelo fato de proporcionarem o desenvolvimento econômico desta região. Estes ciclos foram à exploração da madeira, a cafeicultura, o binômio soja/milho no verão e milho/trigo no inverno, pastagem e mandioca nas áreas de solos de textura média e arenosa, e por fim a cana-de-açúcar.

Para Onofre e Serra (2005), a verdadeira ocupação da região mourãoense, que engloba a bacia estudada teve início a partir de 1903, após a instalação fixa dos primeiros moradores, verificou-se a expansão da pecuária extensiva, onde se criava o gado solto nas pastagens naturais, semelhante à desenvolvida no Paraná Tradicional.

Perante as condições de baixas temperaturas no inverno e principalmente a escassez de pastagem natural, a pecuária extensiva não obteve muito êxito na ocupação sólida das terras na região de Campo Mourão. Assim, outra corrente migratória a dos colonos eslavos oriundos da região de Prudentópolis e Irati chegou à região de Campo Mourão em 1940. Segundo Bernardes (1953), os moradores passaram a se dedicar a criação extensiva de porcos caipiras, atividade que teve dominância na economia, pois nessa região não havia outra atividade em desenvolvimento.



Desta forma, Onofre; Serra (2005) comentam que a implementação da política governamental consolidou a colonização da região apresentando-se estruturada, organizada e integrada ao mercado, seguindo o exemplo da frente pioneira onde a terra não era ocupada e sim comprada, tornando-se assim, capital de investimento.

O modelo de colonização da CMNP (Companhia Melhoramentos Norte do Paraná) pautava-se em dividir as terras em pequenos lotes, nas quais os compradores adquiriam seus lotes e derrubavam a floresta para plantio de café, que normalmente ocupava o espigão, menos atingido pelo frio, sendo os cafezais a principal fonte de renda e na baixada cultivavam culturas de subsistência (CMNP, 2013).

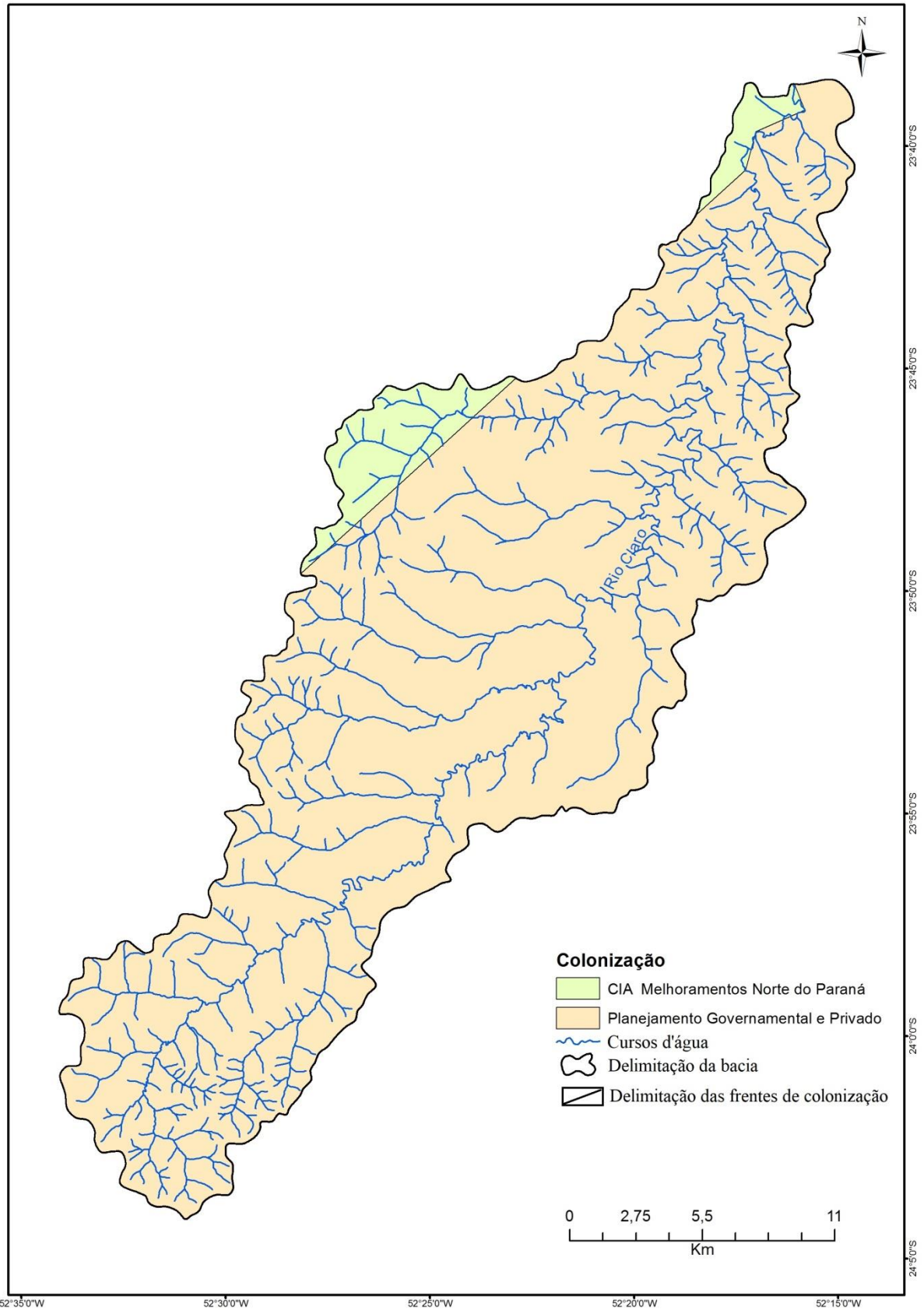
Portanto, na área que corresponde à bacia do Rio Claro teve a atuação de duas frentes de ocupação: uma feita pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, no município de Terra Boa e a segunda foi concretizada por planejamento governamental e privado, colonizando os municípios de Campo Mourão, Araruna, Peabiru e Engenheiro Beltrão, como pode ser observado na figura 3.

Na regularização da posse da terra havia ainda as empresas madeireiras, os grandes fazendeiros que requeriam a terra concorrendo com o pequeno produtor rural (ONOFRE; SERRA, 2005).

Diante disso, as madeiras antes extraídas em pequena escala somente para liberar espaço para as lavouras, adquiriram um valor comercial em decorrência do crescimento socioeconômico do Estado do Paraná, passando a ser uma valiosa fonte de renda. O extrativismo vegetal, no caso as madeiras de lei existentes e com diversas variedades de espécies, impulsionou a extração madeireira, constituindo a base de sustentação da economia. As espécies que mais despertavam interesses econômicos na região de Campo Mourão eram: cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), canela (*Nectandra sp*, *Laurus sassafras*), imbuía (*Ocotea porosa*), peroba (*Aspidosperma polyneuron*) e pinheiro (*Araucária angustifolia*), entre outras, segundo Onofre (2005).

Os espécimes mencionados, além de ter um alto valor de mercado, estavam situados de acordo com Parolin et al. (2010) na região fitoecológica de transição entre a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Ombrófila Mista.

Figura 3 -Mapa das frentes de colonização que atuaram na bacia hidrográfica do Rio Claro

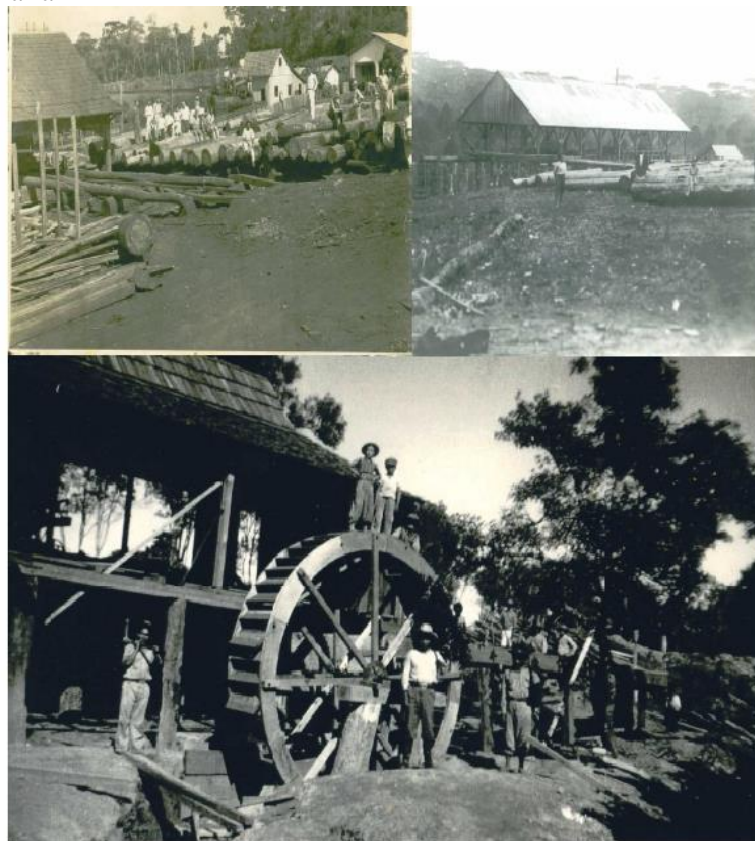


Fonte: adaptado de Yokoo (2013)  
Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

Beneton (2013) afirma que existiam no município de Terra Boa seis serrarias, semelhantes às da figura 4<sup>1</sup>, a qual se constatou, com base em entrevistas realizadas com antigos proprietários de madeireiras e pioneiros, que as espécies arbóreas mais aproveitadas eram: peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), angico-amarelo (*Peltophorum dubiu*), angico-vermelho (*Parapiptadenia rígida Brenan*), guatambu-branco (*Balfourodendrom riedelianum*), timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), cedro (*Cedrela fissilis Vell.*) e jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*).

Além de alto potencial econômico, estes espécimes apresentavam relativa abundância na formação vegetal da região, que segundo Parolin et al. (2010) pertenciam à região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual.

Figura 4 - Serraria de beneficiamento de madeira no município de Campo Mourão e roda d'água que movimentava a serraria



Fonte: Onofre (2005, p.86)

<sup>1</sup> Como não foram encontradas fotografias antigas de serraria no município de Terra Boa, utilizou-se uma fotografia do município de Campo Mourão, já que o mesmo também teve ciclo da madeira.

Como essa atividade se tornou muito lucrativa, Onofre (2005) afirma que quase toda essa riqueza foi retirada para abastecimento da indústria madeireira. A figura 5 apresenta como eram derrubadas às árvores da região.

Figura 5 - Processo de retirada da madeira da floresta



Fonte: Onofre (2005, p.86)

O pouco valor da terra no período madeireiro, como aponta Onofre (2005), contribuiu para que a mentalidade dos pioneiros e também dos governantes não priorizasse a preservação das espécies vegetais, já que o “progresso” era obtido pela retirada da floresta. Dessa forma, na construção e organização espacial ocorreu à apropriação da natureza, uma vez que ela fornecia recursos financeiros e também espaço para estruturação da região.

Para a autora, apesar da atividade extrativista da madeireira ser caracterizada como nômade no caso de Campo Mourão e região, grande parte da população que chegou para a exploração da madeira fixou residência. Esse fato ocorreu em virtude do deslocamento madeireiro paranaense já ter ocorrido no Primeiro e Segundo Planalto. Dessa forma, com o esgotamento das madeiras e com a valorização das terras nesta nova área de exploração, passou-se a produzir lavouras de mercado, e, portanto, os madeireiros estimulados com a nova fonte de renda obtida pela produção agrícola, fixaram residência.

Em decorrência do esgotamento da madeira e da valorização da terra, a dinâmica econômica da região que engloba a bacia do Rio Claro, se volta para a agricultura, sendo a cafeicultura a primeira atividade agrícola de relevância. Yokoo (2013) afirma que a Comunidade Nortista favoreceu o deslocamento da fronteira cafeeira pela vertente esquerda

do rio Ivaí, em meados da década de 1940, com a construção da estrada pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná até o rio Ivaí e a instalação de uma balsa, que fazia a interligação com a estrada construída em direção à Campo Mourão, como mostra a figura 6. A abertura desta estrada permitiu o acesso a caminhões facilitando o transporte de produtos como café e os cereais para o norte do Estado.

Figura 6- Balsa no rio Ivaí interligando a estrada vicinal entre Campo Mourão e Maringá -PR, em 1957



Fonte: Yokoo (2013, p. 143)

Desta forma, no recorte espacial de estudo, os municípios que tiveram suas economias alavancadas pela introdução da cultura cafeeira foram: Engenheiro Beltrão, Peabiru e Terra Boa. Segundo Yokoo (2013), o ciclo cafeeiro teve seu auge entre os anos de 1962/68 como pode ser visualizado na figura 7<sup>2</sup>. O mesmo não aconteceu com os municípios de Campo Mourão e Araruna, o primeiro por não possuir condições climáticas adequadas para tal cultura e o segundo o cultivo de café não se adaptou devido à ferrugem (doença), frequentes geadas e a baixa fertilidade natural dos solos derivados do arenito.

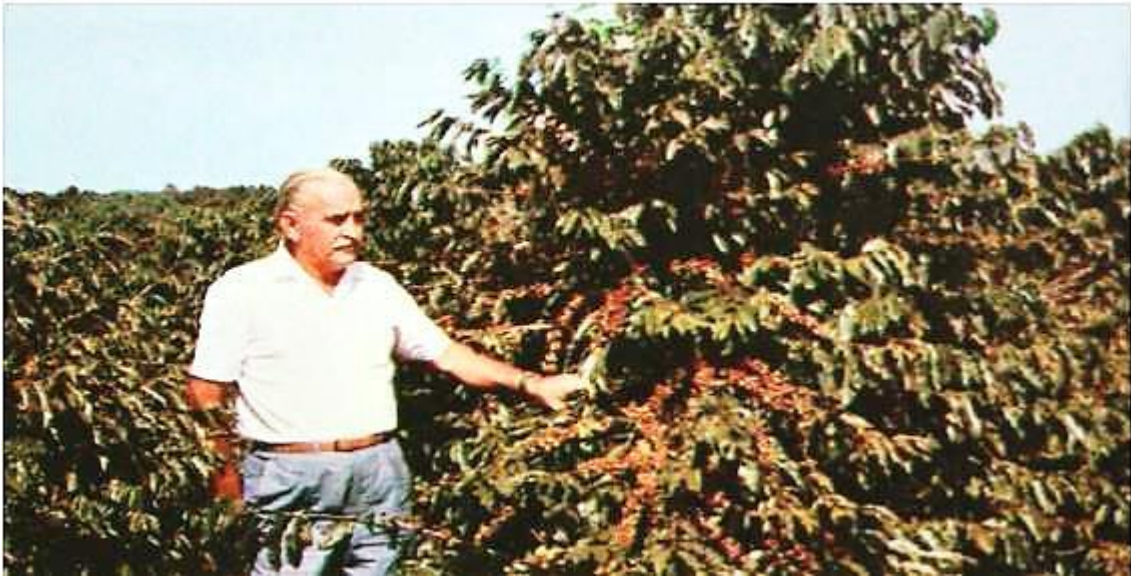
Segundo Yokoo (2013), inicialmente o plantio dos cafezais era feito de forma espaçada, e no espaçamento entre os pés de cafés se plantava em consórcio arroz, feijão e milho, lavouras estas que serviam de subsistência familiar dos sitiantes de café.

---

<sup>2</sup> Por não encontrar fotografia do período tratado da área de estudo que representasse o auge da cafeicultura no período da colheita, utilizou-se uma fotografia da fazenda São Francisco da CMNP, localizada no município de Jacarezinho - PR.

Trintin; Vignandi (2008) salientam que na década de 1960 a economia cafeeira paranaense encontrava-se em estágio de desaceleração e com o incentivo governamental federal aos agricultores para que diversificassem a produção agrícola.

Figura 7- Cafezais em sua exuberância no período da colheita, na fazenda São Francisco da CMNP no início da década de 1970, no município de Jacarezinho - PR



Fonte: CMNP (2013, p.168)

No estudo realizado por Nóbrega; Serra (2009) no Noroeste do Paraná, eles afirmam que até os anos 1970, predominaram como formas de uso do solo as lavouras permanentes voltadas ao cultivo do café. Dos anos 1970 em diante as lavouras permanentes perdem importância econômica, e gradativamente vão liberando espaço para as lavouras temporárias e principalmente para as pastagens plantadas, tendo a pecuária de corte como atividade econômica principal. Na prática, as pastagens para a pecuária de corte começam a se destacar na região logo após o início da crise do café, nos anos 1960. Com a crise do café, as pastagens ganham destaque, seguidas pelas lavouras de algodão e mandioca, particularmente nas áreas com solo oriundos do arenito.

Segundo os autores, após as geadas de 1975, vão despontar no Noroeste do Paraná as lavouras mecanizadas de soja, milho e trigo, que ocupam preferencialmente as áreas de domínio do solo sobre basalto e zonas de contato arenito-basalto, enquanto que os solos sobre arenito (Formação Caiuá) passam ser ocupadas pelas lavouras de algodão, em seguida pelas pastagens plantadas tendo em vista a criação de gado de corte como atividade econômica predominante.

Para Serra et al. (2012), a destruição das lavouras de café pela geada em 1975, foi o estopim para que as lavouras mecanizadas nos solos oriundos do basalto e as pastagens plantadas nos solos derivados do arenito da Formação Caiuá, substituíssem os cafezais.

A perda do espaço das lavouras de café e o avanço da pecuária e das culturas temporárias, principalmente o cultivo da soja, ocorridos em meados da década de 1970 podem ser observadas nas figuras 8 e 9, que retratam a fazenda Mururê pertencente à CMNP, no município de Terra Boa - PR.

Figura 8 - Colheita da soja ao lado da plantação de café na fazenda Mururê, pertencente à CMNP, no município de Terra Boa - PR em meados da década de 1970



Fonte: CMNP (2013, p.169)

Figura 9- Introdução da pecuária na fazenda Mururê, município de Terra Boa - PR em meados da década de 1970



Fonte: CMNP (2013, p. 170)

Na bacia estudada, segundo Yokoo (2009), o cultivo dos binômios soja/milho no verão e milho/trigo no inverno, ocorreu em grande escala nas áreas que possuíam os solos de textura argilosa, mas precisamente nos municípios de Campo Mourão, Peabiru, Engenheiro Beltrão e

na porção norte de Terra Boa. Enquanto que, nas áreas de presença de solos de textura média a arenosa, desenvolveram-se culturas baseadas na agricultura de subsistência, na pastagem, no reflorestamento e no plantio de mandioca para a indústria de fecularia, este último com destaque para o município de Araruna e para a porção sul de Terra Boa. A partir da década de 1980 inicia-se o cultivo da cana-de-açúcar.

Após o resgate histórico do uso e ocupação da bacia analisada, foram realizadas as análises mais detalhadas por setores da bacia, incluindo os atributos do meio físico e dos processos da dinâmica superficial.

#### 4.2. Setorização da bacia hidrográfica do Rio Claro/PR e os aspectos fisiográficos

Neste contexto, os dados obtidos na pesquisa da bacia do Rio Claro, foram analisados de uma forma integrada, nos principais aspectos fisiográficos: hidrografia, substrato rochoso, solos e relevo (declividade e hipsometria). Além, do uso da terra e dos processos da dinâmica superficial, mas para permitir um detalhamento de alguns atributos a bacia foi delimitada em três setores: A, B e C, conforme os critérios descritos anteriormente nos métodos. Ou seja, a partir da identificação dos diferentes substratos rochosos inferiu-se a linha divisória de contato dos setores da bacia hidrográfica, como pode ser observado na figura 10.

Quanto ao tamanho da área de ocupação de cada setor da bacia do Rio Claro, verificou que o setor A possui 44,02 % (238,06km<sup>2</sup>), o setor B com 31,78% (171,88 km<sup>2</sup>) e o setor C ocupa 24,2% (130,79 km<sup>2</sup>).

Segundo Souza (2015) a bacia do Rio Claro é de quinta ordem, sendo que a primeira ordem possui 348 canais com comprimento total de 294,92 km, os canais de segunda ordem somam 78 seguimentos com extensão de 126,01 km, de terceira ordem têm 20 canais com comprimento de 68,48 km, de quarta ordem há 03 canais somando 33,78 km, e a quinta ordem corresponde ao canal principal na qual possui 83,72 km, estes dados estão agrupados na tabela 9.

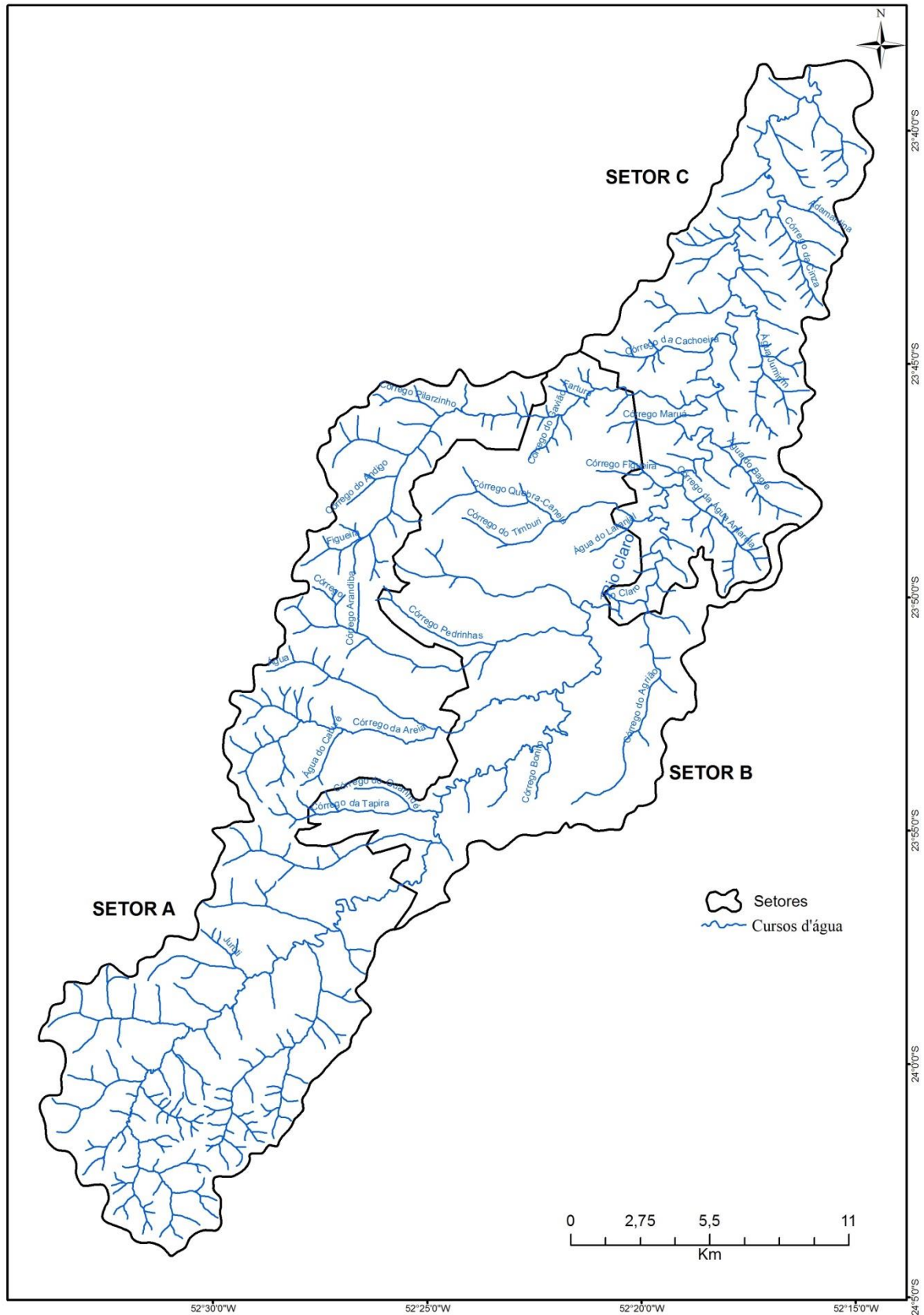
Tabela 9- Ordem, comprimento e quantidade de canais da bacia do Rio Claro

<b>Ordem</b>	<b>Comprimento km</b>	<b>Quantidade de canais</b>
1	294,92	348
2	126,01	78
3	68,48	20
4	33,78	03
5	83,72	1

Fonte: Adaptado Souza (2015)



**Figura 10-** Mapa de setores e rede de drenagens da bacia hidrográfica do Rio Claro/PR



Fonte: Cartas topográficas IBGE (1972) e Ministério do Exército (1990)  
Organizado: Anderson Wesley de Lima Souza.

Como pode ser observado no mapa de setores e rede de drenagens, os principais cursos d'água do setor A são: Juruti, Água do Caburé, córrego Pilarzinho e ribeirão Figueira. O setor B agrupa os cursos d'água, Tiburi e Fatura, os córregos Bonito, da Areia e Pedrinha. Já no Setor C estão os córregos Maruá, Figueira e da Cinza e os cursos d'água, Água do Bagre, Água Jumarim e Adamantina.

Quanto ao substrato rochoso foram identificados dois tipos distintos de rochas, sedimentar e ígnea, da Bacia do Paraná, ou seja, arenitos e basaltos formados na Era Mesozóica e algumas áreas com aluviões atuais e em terraços da Era Cenozóica (Figura 11), segundo a carta geológica que foi adaptada da Mineropar (2007) e trabalhos em campo.

Os arenitos, pertencentes ao Grupo Bauru da Formação Caiuá, apresentam coloração arroxeada, por vezes com estruturas plano paralelas e cruzadas preservadas, indicando ambientes deposicionais fluviais e eólicos, além de fraturas. São rochas friáveis e suscetíveis às ocorrências de feições erosivas, devido a sua composição química, o tipo de cimento e os tamanhos das partículas, de fina a média (SOUZA, 2001).

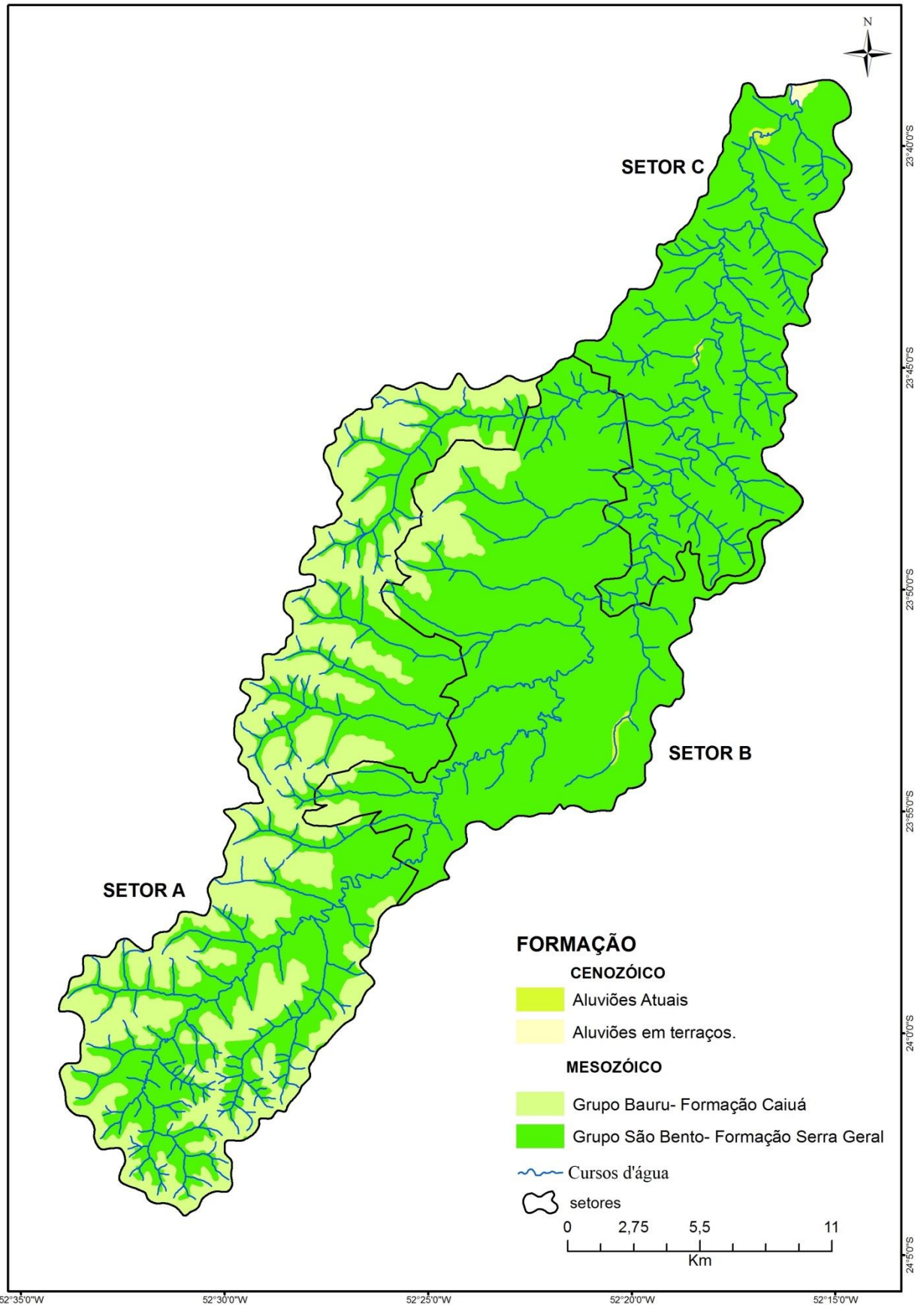
Os basaltos foram agrupados no Grupo São Bento da Formação Serra Geral, formados por um processo de vulcanismo fissural muito intenso, com a efusão de magmas básicos toleíticos, apresentam coloração de cinza escuro a preto, em geral são maciços com textura afanítica, com a presença de amígdalas e vesículas nos locais no topo de derrame, por vezes, apresentam fraturamento (NARDY et al. 2002).

Quanto ao substrato geológico (figura 11) verificado na bacia hidrográfica do Rio Claro, constatou-se que as rochas provenientes da Formação Caiuá (tabela 10), ocupam uma área 24,99% (135,02 km<sup>2</sup>), basalto da Formação Serra Geral, 74,8% (403,4 km<sup>2</sup>), os aluviões atuais 0,26% (1,5 km<sup>2</sup>) e os aluviões em terraços 0,13% (0,7 km<sup>2</sup>).

Tabela 10- Delimitação areal e percentual do substrato geológico na área de estudo

<b>Tipos de substrato geológico</b>	<b>Áreas km<sup>2</sup></b>	<b>Área %</b>
Arenito da Formação Caiuá	135,2	24,99
Basalto da Formação Serra Geral	403,4	74,8
Aluviões atuais	1,5	0,26
Aluviões em Terraço	0,7	0,13
Total	540,72	100

Figura 11 - Carta geológica da bacia do Rio Claro/PR



Fonte: Adaptado de Mineropar (2007)

Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

Neste contexto geológico, no setor A da bacia, o substrato rochoso predominante é o arenito da Formação Caiuá (figura 12) na qual ocupa 51,84% (123,43 km<sup>2</sup>), conforme a tabela 11 ocorrendo áreas de transição para o basalto correspondendo a 48,16% (114,63 km<sup>2</sup>). Por sua vez, o arenito da origem aos Argissolos Vermelhos de textura arenosa/média e Latossolos Vermelhos de textura média foi verificado também a presença de Nitossolo Vermelho de textura argilosa e Latossolo Vermelho de textura argilosa, derivados do basalto.

Tabela 11- Delimitação areal e percentual por setores do substrato geológico na área de estudo

Tipos de substrato geológico	Setor A		Setor B		Setor C	
	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Arenito da Formação Caiuá	123,43	51,48	11,79	6,85	0	0
Basalto da Formação Serra Geral	114,63	48,16	159,79	92,98	128,89	98,02
Aluviões Atuais	0	0	0,3	0,17	1,2	1,45
Aluviões em Terraço	0	0	0	0	0,7	0,53
Total	238,06	100	171,88	100	130,79	100

No setor B ocorre o predomínio de rochas basálticas, ocupando 92,98% (156,79 km<sup>2</sup>) expostas principalmente no leito de alguns cursos d'água (Figura 13) e, também áreas de transição com o arenito da Formação Caiuá com 6,85% (11,79 km<sup>2</sup>), e os aluviões atuais com 0,17% (0,3 km<sup>2</sup>). Neste setor foram encontrados solos de textura argilosa, sendo o Latossolo Vermelho de textura média, encontrado nas áreas de relevo inferior a 8% de declividade e os Nitossolos ocupam os terrenos acima de 8% de declividade.

No setor C além do predomínio do basalto 98,02% (128,89 km<sup>2</sup>), há a presença dos aluviões atuais 1,45% (1,2 km<sup>2</sup>) e em terraços 0,53% (0,7 km<sup>2</sup>). Neste setor verificou-se a presença dos Latossolos Vermelhos de textura argilosa nas áreas planas, os Nitossolos Vermelhos de textura argilosa nas áreas de relevo suave ondulado e ondulado e os Neossolos Litólicos de textura argilosa, nas áreas de relevo forte ondulado.

Figura 12 - Afloramento do arenito da Formação Caiuá, com estratificações na bacia Rio Claro/PR, no município de Campo Mourão



Figura 13 - Afloramento do basalto na bacia do Rio Claro/PR



Quanto aos solos presentes na bacia (figura 14), observa-se a presença de solos de textura média/arenosa quanto solos de textura argilosa. Assim os solos oriundos do arenito são: o Argissolo Vermelho de textura arenosa/média (tabela 12) com 41,86% (226,37 km<sup>2</sup>), Latossolo Vermelho de textura média apresentando 2,03% (10,99 km<sup>2</sup>). Já os solos derivados do basalto são: o Latossolo Vermelho de textura argilosa correspondendo a 14,28% (77,21 km<sup>2</sup>), o Nitossolo Vermelho de textura argilosa com 37% (200,05 km<sup>2</sup>) e o Neossolo Litólico de textura argilosa ocupando 4,83% (26,1 km<sup>2</sup>).

Tabela 12- Delimitação areal e percentual dos tipos de solos da área de estudo

<b>Tipos de solo</b>	<b>Substrato geológico</b>	<b>Textura</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Área %</b>
Argissolos Vermelhos	arenito	arenosa./média.	226,37	41,86
Latossolos Vermelhos	arenito	média	10,99	2,03
Latossolos Vermelhos	basalto	argilosa	77,21	14,28
Neossolos Litólicos	basalto	argilosa	26,1	4,83
Nitossolos Vermelhos	basalto	argilosa	200,05	37,00
Total			540,72	100

Quanto à distribuição dos solos por setores na bacia do Rio Claro (tabela 13), verificou-se que no setor A, ocorre solos oriundos do arenito e do basalto. Os solos derivados do arenito são: os Argissolo Vermelho de textura arenosa/média ocupando 94,89% (225,9 km<sup>2</sup>), o Latossolo Vermelho de textura média com 1,94% (4,63 km<sup>2</sup>). Os solos derivados do basalto: Latossolo Vermelho de textura argilosa com 7,04 (2,96%) e Nitossolo Vermelho de textura argilosa ocupando 0,21% (0,49 km<sup>2</sup>), sendo que o setor ocupa 44,02% (238,06 km<sup>2</sup>) da área total da bacia.

Tabela 13 – Delimitação areal e percentual por setores dos tipos de solos da área de estudo

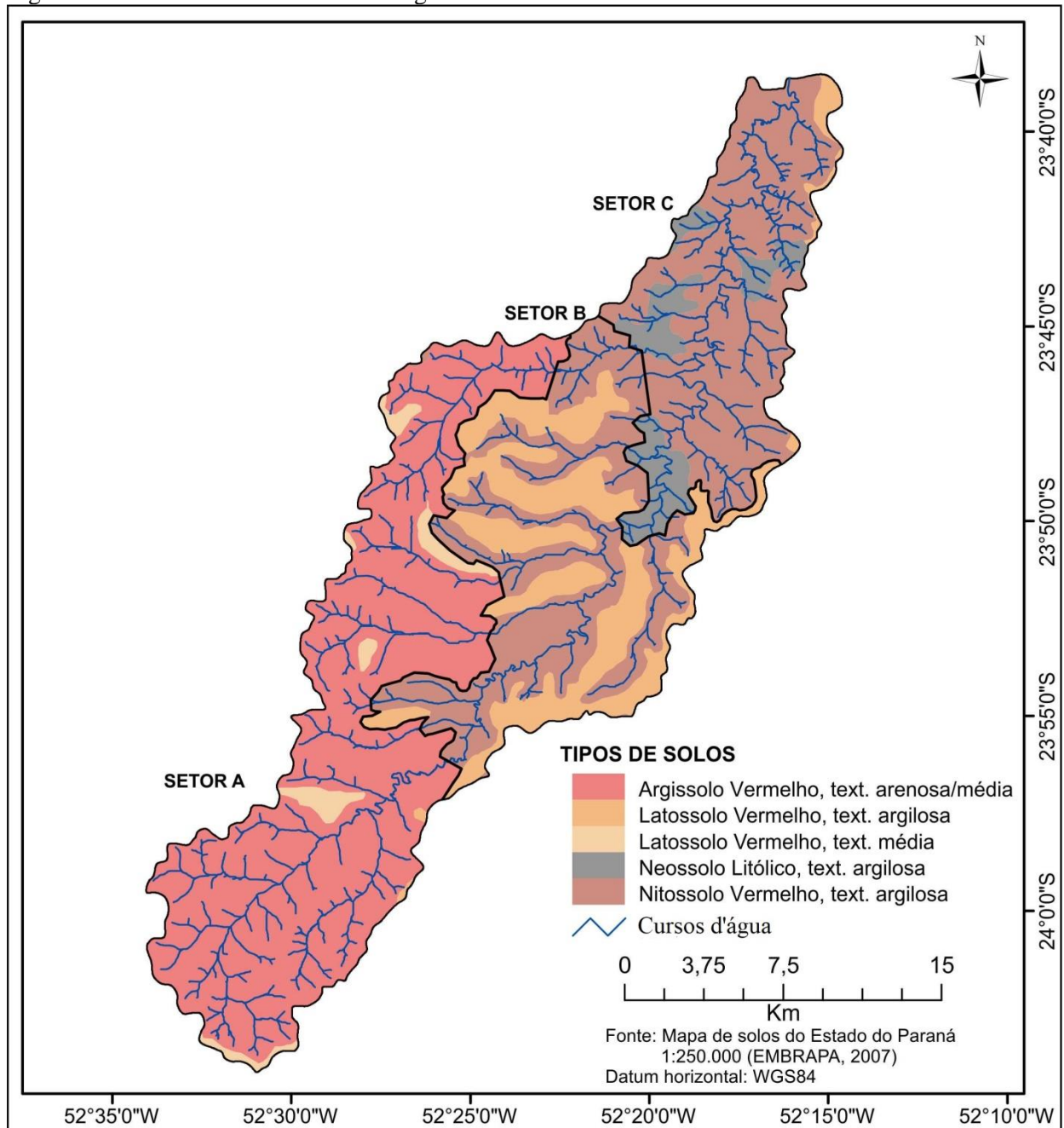
<b>Tipos de solo</b>	<b>Substrato geológico</b>	<b>Textura.</b>	<b>Setor A</b>		<b>Setor B</b>		<b>Setor C</b>	
			<b>(Km<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	<b>(Km<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>	<b>(Km<sup>2</sup>)</b>	<b>(%)</b>
Argissolos Vermelhos	arenito	Média/arenosa	225,90	94,89	0,47	0,27	0,00	0,00
Latossolos Vermelhos	arenito	média	4,63	1,94	0,02	0,01	0,00,	0,00
Latossolos Vermelhos	basalto	argilosa	7,04	2,96	72,66	42,27	3,85	2,94
Neossolos Litólicos	basalto	argilosa	0,00	0,00	0,15	0,09	25,95	19,84
Nitossolos Vermelhos	basalto	argilosa	0,49	0,21	98,59	57,36	100,97	77,21
Total			238,06	100	171,88	100	130,79	100

No setor B, verificou-se o predomínio do Nitossolo Vermelho de textura argilosa com 57,36% (98,59 km<sup>2</sup>), seguindo pelo Latossolo Vermelho de textura argilosa ocupando 42,27% (72,66 km<sup>2</sup>), Neossolo Litólico de textura argilosa com 0,09% (0,15 km<sup>2</sup>). Os Argissolos Vermelho de textura arenosa/média correspondendo a 0,27% (0,47 km<sup>2</sup>), e o Latossolo Vermelho de textura média com 0,01% (0,02 km<sup>2</sup>). Este setor ocupa 31,78% da área toda da bacia.

Já o setor C, observou-se o predomínio do Nitossolo Vermelho de textura argilosa ocupando 77,21% (100,97 km<sup>2</sup>), seguido do Neossolo Litólico de textura argilosa com

19,84% (25,95 km<sup>2</sup>) e o Latossolo Vermelho de textura argilosa com 2,94% (3,85 km<sup>2</sup>). O setor C corresponde a 24,2% (130,79 km<sup>2</sup>) da área total da bacia do Rio Claro.

Figura 14 - Carta de solos da bacia hidrográfica do Rio Claro/PR



Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

As classes de declividade exercem grande importância na caracterização da dinâmica do meio físico, pois a declividade revela formas do relevo que influenciam na velocidade do escoamento superficial, sendo que esse fator principalmente nas áreas próximas aos cursos d'água quando desprovidas de uma cobertura vegetal adequada podem levar a formação de

feições erosivas, que podem resultar no transporte do solo e na contaminação dos recursos hídricos, segundo Romão (2010).

As classes de declividade obtidas (figura 15) na bacia foram as seguintes: no setor A ocorre as classes de relevo plano (0-6%), suave ondulado (6-12%), podendo ser encontrado nessas áreas os Latossolos Vermelhos de textura média e os Latossolos de Vermelhos de textura argilosa, solos esses utilizados para a prática da agricultura temporária (soja, milho e trigo), cana-de-açúcar e pastagem, ilustrada na figura 16A.

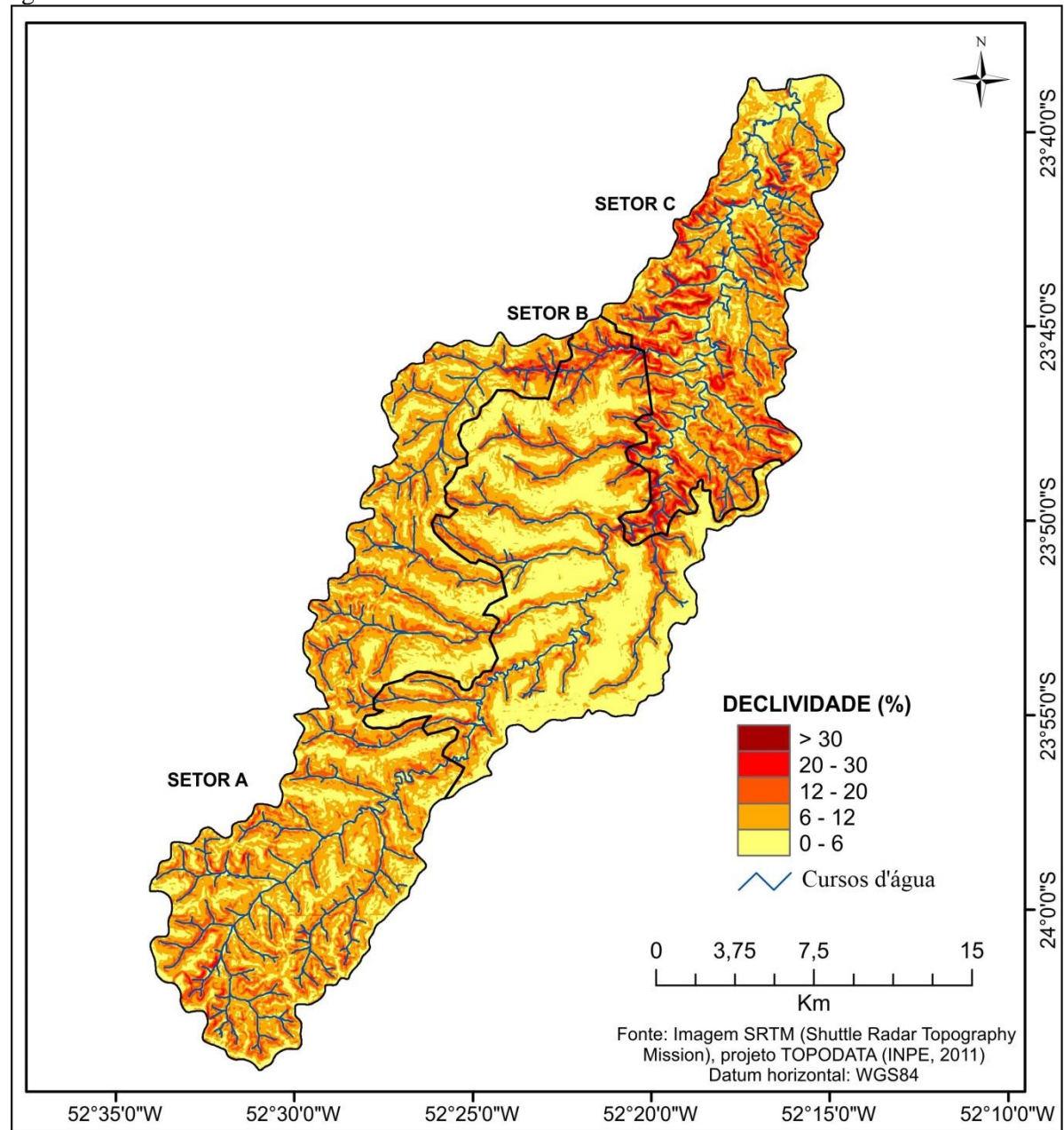
Já no relevo ondulado (12-20%), verificou-se a presença dos Nitossolos Vermelhos de textura argilosa, e quanto aos Argissolos Vermelhos de textura média/arenosa pode se encontrado nas três classes de relevo. O uso predominante nessas áreas são as culturas temporárias (soja, milho e trigo) contrastando com áreas de pastagens e cana-de-açúcar, sendo que os principais tipos de feições erosivas verificado no setor foram a erosão laminar e a erosão em sulco.

No setor B encontram-se o relevo plano (0-6%), suave ondulado (6-12%) figura 16B e ondulado (12-20%). Os Latossolos Vermelhos de textura argilosa ocorrem nas áreas de relevo plano e suave ondulado, e os Nitossolos Vermelho de textura argilosa encontram-se nas áreas de relevo suave ondulado e ondulado. Quanto ao uso verificou o predomínio de culturas temporárias (soja, milho e trigo), e o tipo de feição erosiva dominante neste setor foi à erosão laminar.

No setor C verificaram-se algumas áreas de relevo plano (0-6%) e suave ondulado (6-12%), onde verificou-se a presença de Latossolos Vermelhos de textura argilosa, com predomínio das formas de relevo ondulado (12-20%) sendo ocupado por Nitossolos Vermelhos de textura argilosa, áreas essas utilizadas para cultivo das culturas temporárias (soja, milho e trigo). Já as os locais de relevo forte ondulado (20-30%) e relevo montanhoso (>30%), verificou-se a presença dos Neossolos Litólicos de textura argilosa. Quanto à ocupação destas áreas, constatou-se o cultivo de pastagens e silvicultura e Áreas de Proteção Permanentes (APP). Em relação às feições erosivas ocorrentes neste setor foi constatado a erosão laminar e a erosão em sulcos.



Figura 15 - Carta da declividade da bacia do Rio Claro



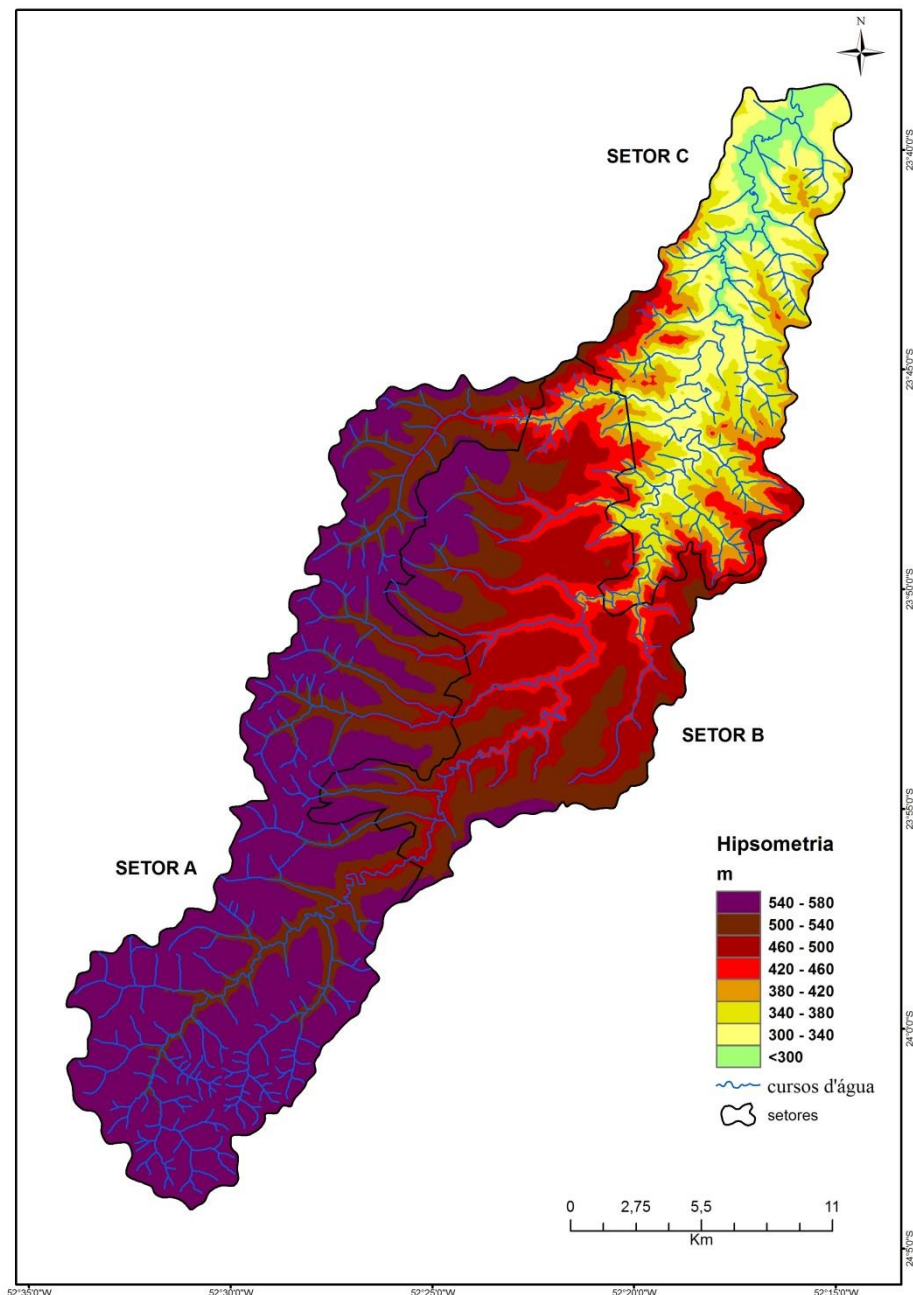
Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

Figura 16 - Representação do relevo ondulado A e suave ondulado B



A caracterização hipsométrica indicou uma variação 580m a 262m nas cotas altimétricas da bacia estudada, com valores até 580m no setor de montante e 262m no baixo curso do Rio Claro, no setor de jusante (Figura 17). Quanto às cotas altimétricas obtidas por setores, observou-se os maiores valores alocados no setor A, onde localiza-se a nascente do Rio Claro com variação entre 500m e 580 m e os menores valores no setor C, onde deságua o Rio Claro, com cotas altimétricas inferiores a 420 m. O setor B apresentou cotas variando entre 420 m e 500m.

figura 17 - Carta hipsométrica da bacia do Rio Claro/PR



Fonte: Cartas topográficas IBGE (1972) e Ministério do Exército (1990)  
 Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

Para avaliar o uso e ocupação da terra foi elaborada uma carta temática (figura 18) para os anos de 1985 e 2015, sendo realizadas análises por setores.

No ano de 1985 verificou-se a predominância das atividades agropecuárias (tabela 14), como culturas temporárias (soja, milho, trigo) e cana-de-açúcar, somando juntas 57,28% (309,71km<sup>2</sup>), as pastagens ocupam um total de 37,37% (202,08 km<sup>2</sup>) seguido de florestas com 4,71% (25,48 km<sup>2</sup>) e áreas urbanas representando 0,64% (3,46 km<sup>2</sup>).

Tabela 14 - Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR, em 1985

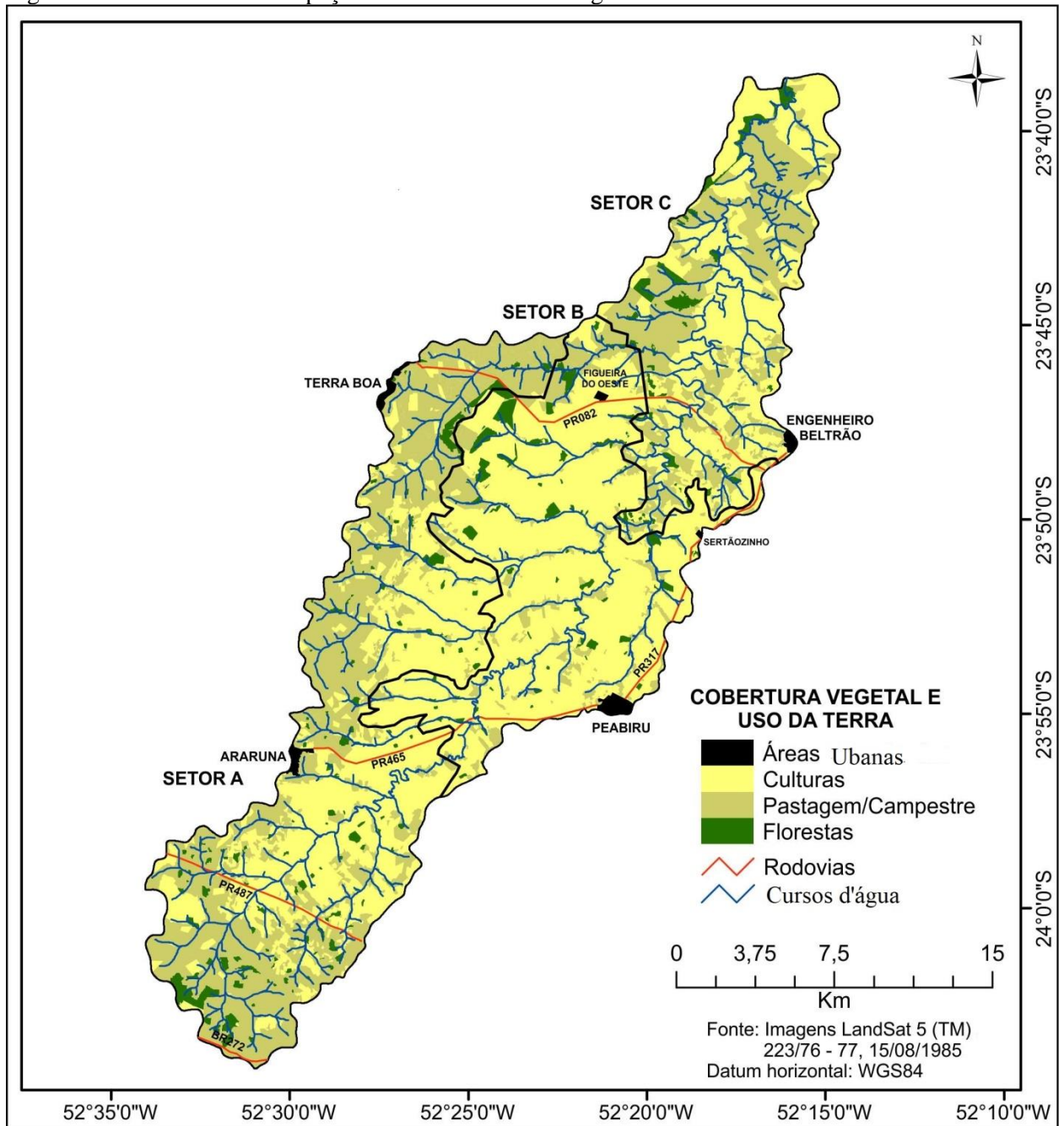
Cobertura vegetal e uso da terra	1985	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Áreas Urbanas	3,46	0,64
Culturas	309,71	57,28
Pastagem/Campestre	202,08	37,37
Florestas	25,48	4,71
<b>Total</b>	<b>540,73</b>	<b>100</b>

No setor A da bacia do Rio Claro (tabela 15), verificou-se a predominância das pastagens ocupando 51,89% (123,53 km<sup>2</sup>), culturas temporárias com 42,99% (102,34 km<sup>2</sup>). A pastagem predominou nas áreas de elevada suscetibilidade natural à erosão como nos Argissolos de textura média/arenosa e Latossolos Vermelhos de textura média, formados pela alteração dos arenitos da Formação Caiuá. Além disso, as pastagens ocupavam, geralmente, as áreas de maior declividade, em vertentes onduladas a suave ondulada e as culturas temporárias (soja, milho e trigo) as áreas de menor declividade, em relevos planos a suave ondulado. Quanto às áreas destinadas a cobertura vegetal ocupavam 4,52 % (10,76 km<sup>2</sup>) e as áreas urbanas 0,6% (1,44 km<sup>2</sup>) correspondendo a 44,06% (238,06km<sup>2</sup>) da área total da bacia.

Tabela 15- Uso e ocupação da terra, distribuídos por setores na bacia hidrográficas do Rio Claro/PR em 1985

1985	Área urbana		Culturas		Florestas		Pastagem/Campestre		Total
	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	
Setor A	1,44	0,60	102,34	42,99	10,76	4,52	123,53	51,89	238,06
Setor B	1,54	0,90	138,23	80,42	8,05	4,68	24,05	13,99	171,88
Setor C	0,48	0,37	69,14	52,86	6,67	5,10	54,51	41,68	130,79

Figura 18 - Carta de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR - 1985



Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

Segundo Beneton (2013), na região de Araruna e Terra Boa em meados da década de 1980 havia áreas ocupadas com as plantações de mandioca, devido às farinhas existentes nos municípios. Outro fator que levou plantio de áreas desse tipo de cultura é devido à boa adaptação ao solo de textura média/arenosa. Também nesse período já havia o avanço das culturas de soja e milho e iniciava-se o cultivo da cana-de-açúcar.

Apesar da disseminação das culturas temporárias no final da década de 1970/80, os solos do setor A não foram atraentes para tais cultivos. Isso ocorreu devido à baixa fertilidade natural dos solos, a elevada suscetibilidade natural à erosão dos solos de textura

média/arenosa e o emprego de técnicas de manejo convencionais, fatores esses que potencializavam a ocorrência de feições erosivas.

De acordo com Nagoaka et al. (2005), o sistema de manejo convencional, necessitava de preparação do solo antes do plantio, normalmente utilizava uma gradagem pesada e duas gradagens leve, antes da semeadura. Este procedimento além prejudicar as características físicas dos solos, químicas e biológicas, contribuíam para o aumento do custo da produção, sendo necessários mais equipamentos agrícolas.

Já no setor B, verificou-se uma concentração de culturas temporárias com 80,42% (138,23km<sup>2</sup>), as pastagens ocupavam 13,99% (24,05km<sup>2</sup>), a cobertura florestal 4,68% (8,05km<sup>2</sup>) e as áreas urbanas 0,9% (1,54km<sup>2</sup>), correspondendo a 31,78% (171,88 km<sup>2</sup>) da área total da bacia.

A concentração das culturas temporárias, no setor B, associam-se as características dos solos, tendo em vista que neste setor predominam os Latossolos e Nitossolos Vermelhos de textura argilosa, derivados dos basaltos da Formação Serra Geral, situados em áreas de relevo plano, suave ondulado e ondulado, apresentam boa fertilidade natural e reduzida suscetibilidade natural à ocorrência de feições erosivas.

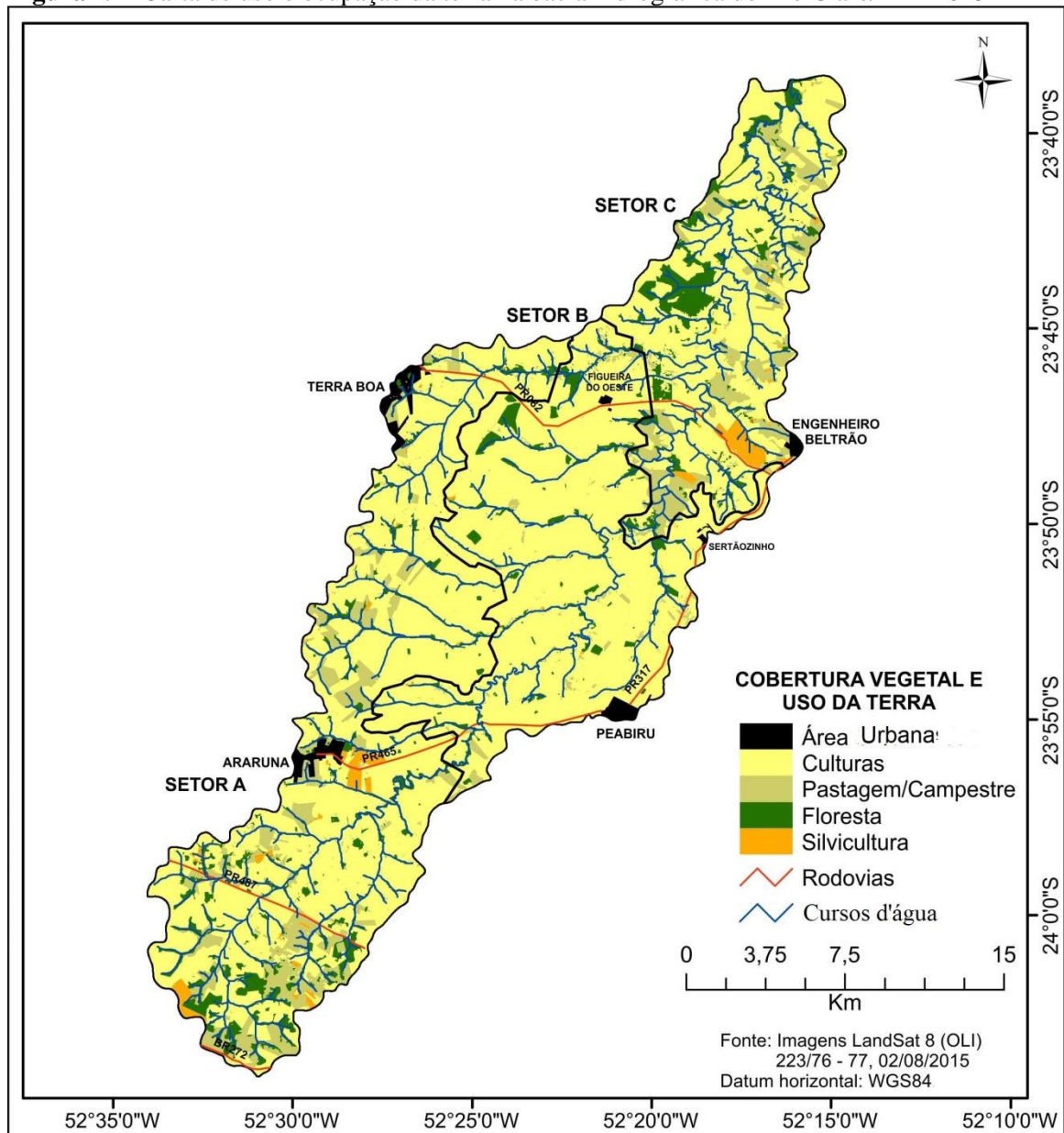
Mesmo com a utilização de técnicas convencionais de preparo do solo, promovendo uma intensa mobilização dos solos, os problemas erosivos não foram tão expressivos, devido provavelmente ao conteúdo de argila dos solos, favorecendo a formação de agregados, a elevada capacidade de infiltração de água no solo, principalmente nos Latossolos, que ocorrem em relevos planos e suave ondulados. Já as poucas áreas de pastagem e cobertura florestal ocupavam as áreas de relevo mais dissecado, como ondulado e topo de colinas.

No setor C predominou as culturas temporárias na qual ocuparam 52,14% (69,14km<sup>2</sup>), seguido das pastagens com 41,68% (54,51km<sup>2</sup>), as áreas ocupadas com florestas somaram 5,1% (6,67 km<sup>2</sup>) e as áreas urbanas 0,37% (0,48km<sup>2</sup>). Correspondendo a 24,2% (130,79km<sup>2</sup>) da área total da bacia.

A presença de relevo mais dissecado e a ocorrência de Neossolos Litólicos de textura argilosa no setor C foram acompanhadas de um aumento no cultivo da pastagem. As pastagens foram combinadas com as culturas temporárias, que eram cultivadas sobre os Latossolos e Nitossolos Vermelhos de textura argilosa. Já as pastagens ficaram restritas as áreas de Neossolos Litólicos pelo fato desses solos serem rasos, dificultando o crescimento das raízes das plantas e a dificuldade de mecanização, já que ocupam áreas de relevo mais dissecado.

Na carta de uso e ocupação da terra elaborada para o ano de 2015 (figura 19), constatou-se que as áreas cultivadas com culturas temporárias (soja, milho, trigo, cana-de-açúcar), somaram 76,52% (413,74km<sup>2</sup>), as áreas com pastagens somaram 11,24% (60,80km<sup>2</sup>), a cobertura florestal ocuparam 9,35% (50,57km<sup>2</sup>) e áreas urbanas 1,28% (6,92km<sup>2</sup>) e verificou-se a presença da silvicultura ocupando 1,61% (8,70km<sup>2</sup>), como pode ser observado na tabela 16

**Figura 19** - Carta de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR - 2015



Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

Tabela 16- Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR, em 2015

Cobertura vegetal e uso da terra	2015	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Áreas Urbanas	6,92	1,28
Culturas	413,74	76,52
Pastagem/Campestre	60,80	11,24
Florestas	50,57	9,35
Silvicultura	8,70	1,61
<b>Total</b>	<b>540,73</b>	<b>100</b>

No setor A verificou-se uma significativa redução das áreas de pastagens em relação às culturas temporárias (soja, milho, trigo, cana-de-açúcar), a primeira ocupa uma área de 13,57% (32,3km<sup>2</sup>) e a segunda 73,34% (174,59km<sup>2</sup>) como pode ser observado na tabela 17. Essa mudança ocorreu devido às melhorias das técnicas de cultivo do solo, como a inserção do sistema de manejo do plantio direto que aproveita a matéria orgânica da safra anterior, dispensando o preparo do solo antes da semeadura, a aplicação de técnicas como plantio em nível, emprego das técnicas de terraceamento nos terrenos de maior declive, inserção das técnicas de correções de solo e utilização de adubos químicos.

O avanço qualitativo das técnicas permitiu cultivar solos antes considerados pobres e inapropriados para culturas de ciclo curto, como os existentes no setor A. As áreas destinadas à cobertura vegetal somaram 9,15% (21,79 km<sup>2</sup>), a silvicultura 2,03% (4,84km<sup>2</sup>) e as áreas urbanas 1,91% (4,54km<sup>2</sup>) correspondem a 44,02% (238,06km<sup>2</sup>) da área total da bacia.

Tabela 17 -Uso e ocupação da terra, distribuídos por setores na bacia do Rio Claro/PR, em 2015

2015	Área urbana		Culturas		Florestas		Pastagem/Campestre		Silvicultura		Total
	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	
Setor A	4,54	1,91	174,59	73,34	21,79	9,15	32,30	13,57	4,84	2,03	238,06
Setor B	1,79	1,04	152,99	89,01	10,39	6,05	6,36	3,70	0,34	0,20	171,87
Setor C	0,58	0,45	86,16	65,87	18,39	14,06	22,14	16,92	3,53	2,70	130,80

Devido à substituição das áreas de pastagens por culturas temporárias, elas ficaram restritas às áreas de relevo dissecado associados com áreas de solos de textura média/arenosa, como o Argissolo Vermelho encontrado no setor A ou áreas ocupadas por Neossolo Litólico verificado no setor C.

Conforme já citados anteriormente, Silveira (1997) constatou áreas de pastagem em Argissolo Vermelho no município de Cidade Gaúcha sendo uma das principais atividades

econômicas desenvolvidas no município. Já Rossi et al. (2001), verificaram que a pastagem é a atividade menos impactante praticada em solos friáveis como Argissolo. Em um trabalho desenvolvido por Junior et al. (2008), eles monitoraram áreas com *brachiaria*, sendo erodido 0,076 kg/ha.

Deve-se ressaltar que em áreas de pastagens onde não são utilizadas técnicas de manejo adequado, ocorrem sérios problemas com erosão, sendo iniciadas pelas trilhas feitas pelos animais, servindo de corredor para águas pluviais, intensificando-se próximos aos bebedouros, fatos estes também constatados no trabalho de Souza (2001).

Além disso, a partir da década de 1980, iniciou-se o cultivo da cana-de-açúcar na região, que ganhou espaço no decorrer da década de 1990, com o apoio do programa PROÁLCOOL (Programa Nacional do Álcool).

Nesse período, atraídas por estímulos governamentais na forma de isenção de impostos e créditos subsidiados, usinas de açúcar e álcool são implantadas na região, o que induz ao avanço e domínio de lavouras de cana-de-açúcar, principalmente nas áreas de ocorrência do arenito (NÓBREGA; SERRA, 2009).

De acordo, com Silveira (1997) a cana-de-açúcar pode ser produzida sob condições edáficas mais diversas, mostrando-se bastante adaptável, podendo ser cultivada em solos de texturas que vão desde arenosas a muito argilosas, sendo essa cultura tolerante à acidez e alcalinidade, desenvolvendo-se em solos de pH 4 a 8,3, sendo o pH 6,5, o melhor.

Nóbrega; Serra (2009) salientam que de maneira geral, a cana-de-açúcar ocupou o lugar das pastagens na área de ocorrência do arenito e disputou espaços com as lavouras mecanizadas (soja, principalmente), nos Argissolos e nas zonas de contato arenito-basalto. Nesse tipo de solo, o avanço da cana-de-açúcar ou a resistência da soja fica na dependência do comportamento ou do humor do mercado de *commodities* agrícolas.

A diminuição do cultivo de pastagem, parte da boa adaptação dos solos de textura média e arenosa a esta cultura, além da grande rentabilidade dos produtores, permitindo o arrendamento de suas terras para as agroindústrias canavieiras cultivarem.

Um dos fatores que contribuiu para o aumento de áreas plantadas com cana-de-açúcar em alguns municípios do Noroeste do PR está relacionado à alta do preço do açúcar e do álcool, sendo esta cultivada inclusive em locais considerados pouco apropriados para a lavoura, como aqueles onde o relevo apresenta vertentes com declividades mais fortes, dificultado a movimentação de máquinas como aponta Nóbrega; Serra (2009).



Elias; Nakashima (2014) salientam que o cultivo da cana-de-açúcar exige emprego de máquinas agrícolas e caminhões pesados, e ao transitarem eles compactam o solo, aumentando gradativamente o deflúvio superficial.

Quanto à cobertura florestal ocorreu um aumento das áreas passando de 4,52% para 9,15%, também sendo constatada a presença da silvicultura ocupando 1,61%, com plantio de pinus (*Pinus elliotti*) e eucaliptos (*Eucalyptus sp.*).

No setor B, verificou-se o predomínio de culturas temporárias (soja, milho, trigo), correspondendo há 89,01% (152,99km<sup>2</sup>), seguido das áreas de cobertura vegetal com 6,05% (10,39km<sup>2</sup>), as pastagens somaram 3,7% (6,36km<sup>2</sup>) as áreas urbanas com 1,04% (1,79km<sup>2</sup>) e a silvicultura com 0,2% (0,34km<sup>2</sup>) correspondem a 31,78% (171,79km<sup>2</sup>), da área total da bacia.

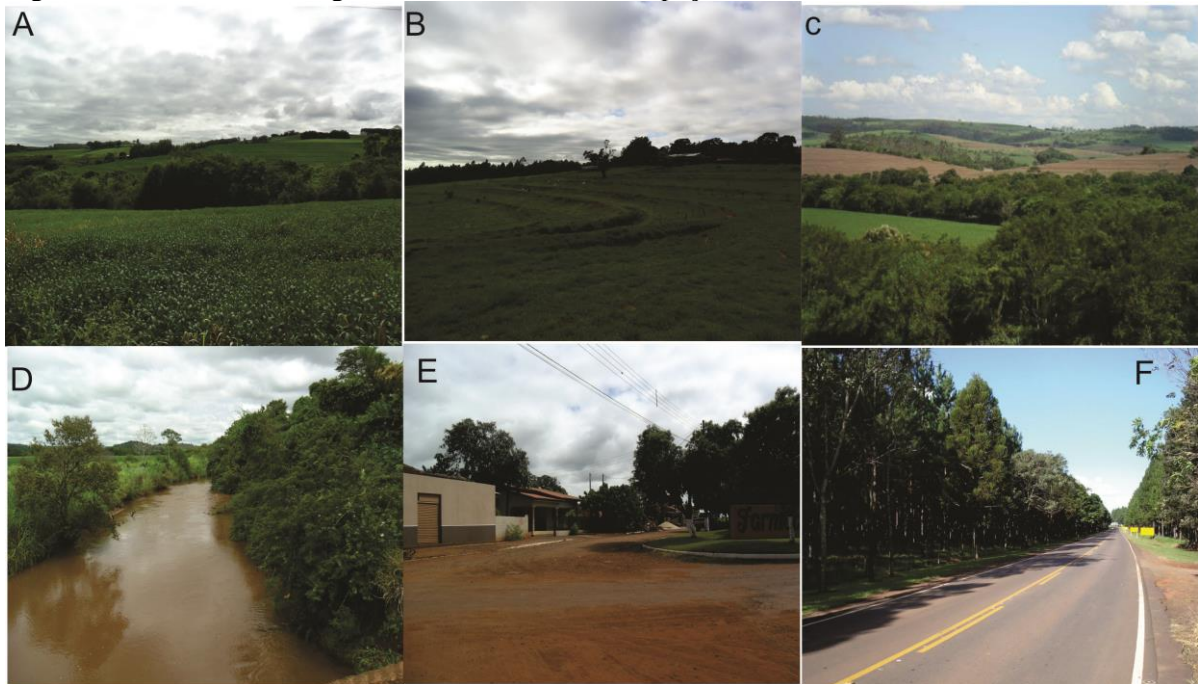
Por possuir solos férteis, predomínio de relevo plano e suave ondulado adequado para cultivo de culturas temporárias, e devido a essas características houve uma redução no cultivo de cana-de-açúcar. As áreas de pastagens e silvicultura ficaram alocadas em áreas de maior declividade e as áreas de cobertura vegetal próximas dos corpos hídricos, nascentes e topos de colinas.

No setor C, as culturas temporárias ocuparam 65,87% (86,16km<sup>2</sup>), as áreas de cobertura vegetal com 14,06% (18,39km<sup>2</sup>), as pastagens com 16,92% (22,14km<sup>2</sup>), a silvicultura com 2,7% (3,53km<sup>2</sup>) e as áreas urbanas 0,45% (0,58km<sup>2</sup>) correspondendo a 24,2% (130,79km<sup>2</sup>). Devido às melhorias das técnicas agrícolas de cultivo que possibilitaram cultivar até mesmo áreas de declividade elevada (acima 20%). O fato desses espaços serem cultivados, é em decorrência da fertilidade do solo, restringindo a pastagem para áreas de relevo mais acidentados em áreas de Neossolos Litólico.

A cobertura florestal ocupou as áreas de maior declividade (acima 20%) e áreas de Neossolos Litólico, constatando também a presença de áreas de silvicultura que dividiram o mesmo tipo de solo.

Ao comparar a evolução do uso e ocupação da terra por setores pode se observar que: as áreas de culturas temporárias (Figura 20A) tiveram aumento nos três setores. No setor A no ano de 1985 as culturas representavam 42,99%, em 2015 passaram ocupar 73,34% do setor. No setor B passaram de 80,42% para 89,01 e no setor C, em 1985 as culturas ocupavam uma extensão de 52,86% passando para 65,87% em 2015, sendo que a variação mais significativa ocorreu no setor A, que nos últimos trinta anos devido às melhorias tecnológicas possibilitaram cultivar, mesmos em áreas de solos de textura média/arenosa como os encontrando no setor A.

Figura 20 - Mosaico de imagens referentes ao uso e ocupação da terra na bacia do Rio Claro



Legenda: 20A – Cultivo da soja; 20B – área de pastagem; 20C – área de cobertura florestal; 20D - escassez de vegetação ripária em alguns locais das margens do Rio Claro; 20E – área urbana do distrito de Sertãozinho, município de Engenheiro Beltrão-PR e 20F – área de plantio de *Pinus elliotti*, próximo ao município de Araruna-PR

Em contrapartida as pastagens (Figura 20B) foram as que mais perderam espaços nos três setores, sendo que em 1985 ela era principal atividade praticada no setor A, na qual representava 51,89%, e em 2015 esse montante reduziu para 13,57%. No setor B ocupava 13,99% reduzindo-se para 3,7% em 2015, no setor C a pastagem ocupava uma área de 41,68% em 1985, em 2015 representava 16,92%. O principal fator, apontado por vários autores, que levou a redução da prática da pecuária está vinculada ao avanço da agricultura.

Quanto à cobertura florestal (figura 20C) houve um aumento em todos os setores. No setor A, em 1985 havia 4,52% das áreas destinadas a essa prática, já em 2015 foi para 9,15%. No setor B a cobertura florestal ocupava 4,68% passando para 6,05% em 2015 e o setor C foi o que obteve o maior aumento, passando de 5,1% em 1985 para 14,06 em 2015. Essa melhoria ocorrida na cobertura vegetal ao longo dos últimos 30 anos, deve-se a aplicação das legislações ambientais e do aumento das fiscalizações como também da conscientização dos agricultores da importância da preservação do ambiente. No entanto, deve-se considerar que mesmo com tais aumentos, ainda existe um grande déficit de vegetação ripária no entorno dos corpos hídricos e nascentes, como pode ser observado na figura 20 D.

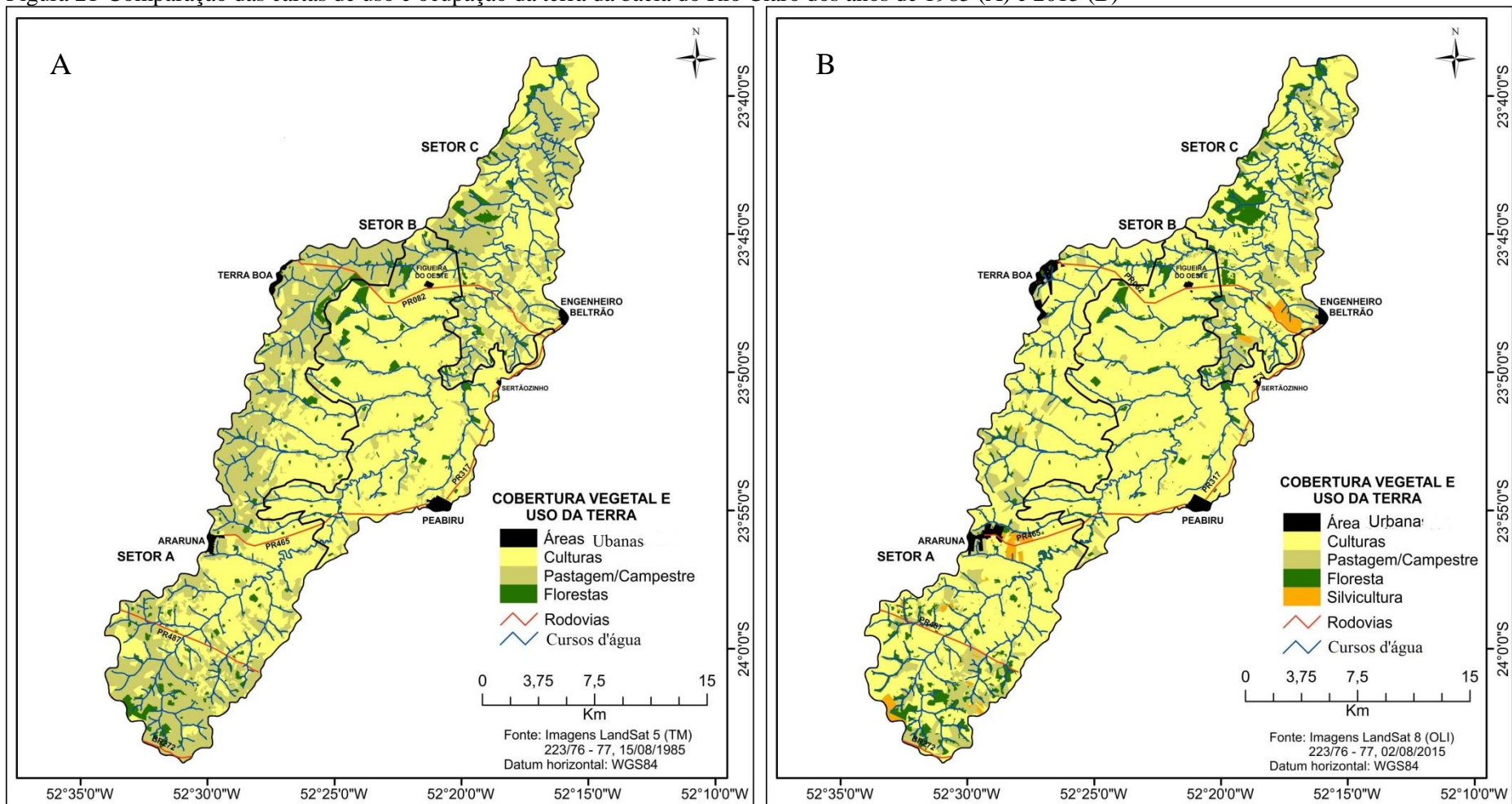
Em relação às áreas urbanas (Figura 20E), verificou-se um aumento em todos os setores, sendo que no setor A em 1985 apresentava uma área urbana de 0,6% passando para

1,91% em 2015, setor que obteve maior ganho. No setor B em 1985 havia uma ocupação de 0,9% e em 2015 1,04%, no setor C a ocupação urbana representava 0,37%, passando para 0,45% em 2015.

Ao comparar todos os tipos de uso e ocupação da terra na bacia do Rio Claro, entre os anos de 1985 e 2015, constatou-se que, houve uma redução na pastagem passando de 37,37% para 11,64%, em contrapartida, houve um aumento do cultivo de culturas temporárias, passando de 57,28% para 76,52%, a cana-de-açúcar teve um importante papel na redução das áreas de pastagem. Quanto às áreas de cobertura florestal, observou-se um aumento passando de 4,71% para 9,35%. Este aumento está relacionado à criação de legislações ambientais relacionadas à preservação do meio ambiente, melhoria na fiscalização por parte dos órgãos competentes e trabalhos de conscientização dos produtores rurais. Também, foi constatado áreas de silvicultura (figura 20F), ocupando 1,61% da bacia hidrográfica do Rio Claro, áreas cultivadas concentram-se nos setores A (2,03%) e setor C (2,7%). Esta atividade encontra-se nos locais de maiores declividades, especialmente no setor C. No setor A, além dos plantios de *Eucalyptus sp* também constatou-se a presença de *Pinus elliotti*, destinados a indústria moveleira situada no município de Araruna.

Em relação às áreas urbanas, observou-se um aumento passando de 0,64% para 1,28%, isso ocorreu devido, especialmente, ao êxodo rural, provocado pelo aumento da mecanização e a monocultura da soja/milho e cana-de-açúcar, causando assim circunstâncias diversas para que a população rural saísse do campo em direção às cidades. A figura 21 apresenta a comparação do uso e a ocupação da terra na bacia estudada em 1985 - 2015.

Figura 21-Comparação das cartas de uso e ocupação da terra da bacia do Rio Claro dos anos de 1985 (A) e 2015 (B)



Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

### 4.3. Identificação dos processos da Dinâmica Superficial

Os principais processos da dinâmica superficial presentes na bacia identificados foram às feições erosivas e o assoreamento dos cursos d'água.

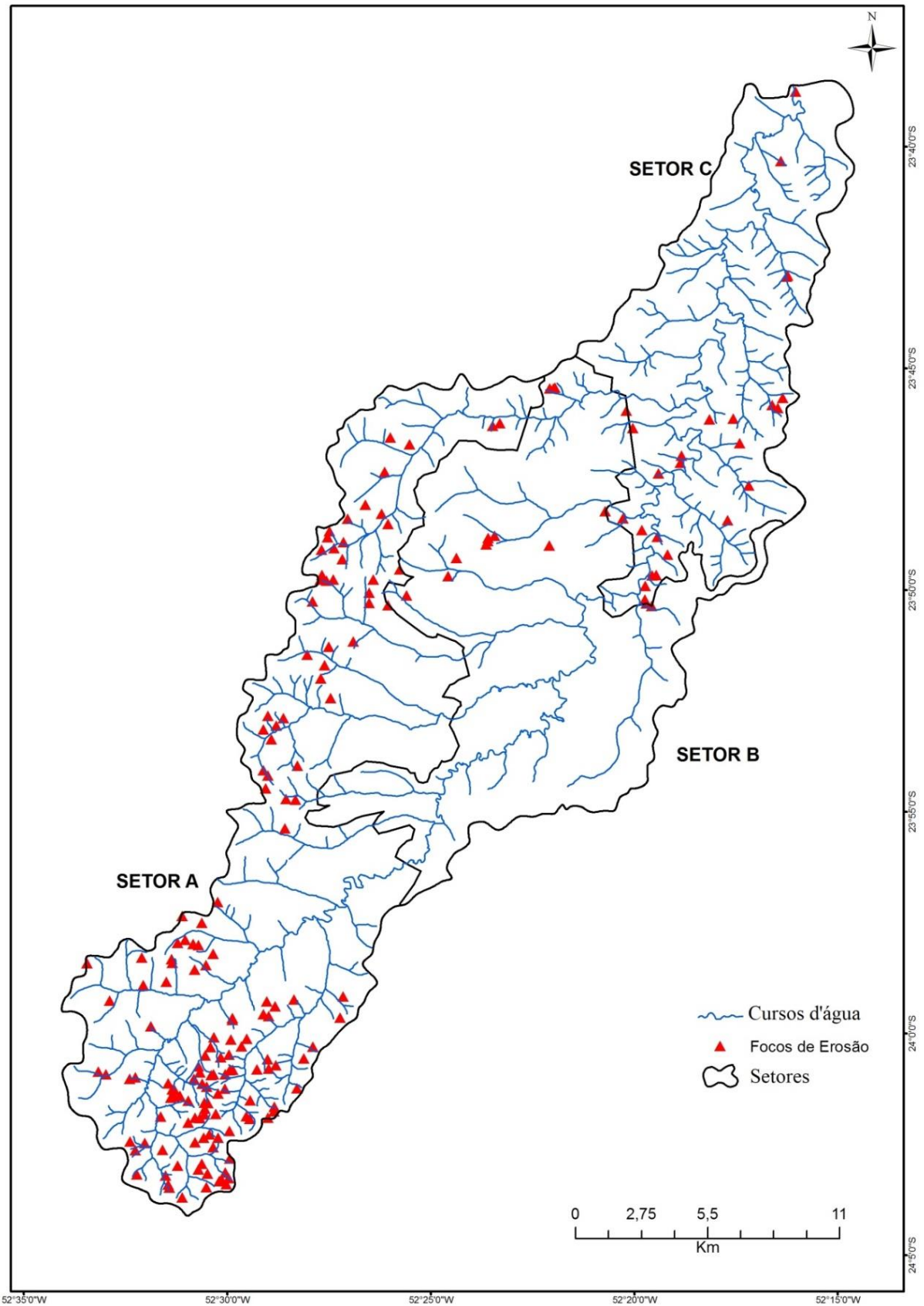
#### 4.3.1. Avaliação do índice de concentração de feições erosivas

Este item apresenta os resultados dos levantamentos das áreas que mais concentraram feições erosivas na bacia hidrográfica do Rio Claro, como pode ser observado na figura 22, ou seja, a localização, a identificação e avaliação do índice de concentração das feições erosivas.

Como pode ser observar, o setor A é o que mais apresenta focos de erosão, isto está relacionado com os atributos físicos (substrato geológico, solos e declividade). Nas áreas que mais ocorrem feições erosivas (ravinas, sulcos e erosão laminar) encontram-se sobre rochas areníticas da Formação Caiuá, e o processo de intemperização dessa rocha, dá origem a solos de textura média/arenosa, sendo eles os Latossolos Vermelhos de textura média e Argissolos Vermelhos de textura média/arenosa.

Os Latossolos Vermelho de textura média localizado na bacia do Rio Claro, em estado natural possuem matéria orgânica em sua constituição, responsável pela agregação das partículas que formam o solo. Retirada à vegetação natural, e com o uso continuado e inadequado do solo, a matéria orgânica é rapidamente destruída, os agregados são desfeitos e as partículas ficam soltas, facilitando o seu arrastes pela água e pelo vento.

Figura 22 - Mapa de localização de feições erosivas na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR



Fonte: Cartas topográficas do IBGE (1972) e Ministério do Exército (1990)  
Organizador: Anderson Wesley de Lima Souza

Segundo o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná (TOMO I, 1984), em um perfil feito a 10 km de Campo Mourão, na estrada para Cruzeiro do Oeste (Estrada Boiadeira), foi constatado na composição granulométrica (tabela 18) para o horizonte A, na profundidade de 0-20cm, 26% de areia grossa, 42% de areia fina em um total de 68% de areia, 6% de silte e 26% de argila. No horizonte B na profundidade de 90-120cm, apresentou 21% de areia grossa, 42% de areia fina, em um total de 63% de areia, 5% de silte e 32% de argila.

Tabela 18 - Composição granulométrica do Latossolo Vermelho de textura média da bacia do Rio Claro

Horizonte	Profundidade cm	Terra fina <2mm%	Areia grossa 2-0,20mm %	Areia fina 0,20-0,05mm %	Silte 0,0,5-0,002 mm %	Argila <0,002mm %
A	0-20	100	26	42	6	26
B	90-120	100	21	42	5	32

Fonte: adaptado do levantamento de reconhecimento dos solos do Paraná (TOMO I, 1984)

Segundo o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná (TOMO II, 1984), em um perfil feito a 15 km de Campo Mourão, na estrada para Cruzeiro do Oeste (Estrada Boiadeira), foi identificado um tipo de Argissolo Vermelho de textura média/arenosa, foi constatado na composição granulométrica (tabela 19) para horizonte A na profundidade de 0-20cm, 30% de areia grossa, 48% de areia fina, em um total de 78% de areia, 6% de silte e 16% de argila. No horizonte Bt na profundidade de 70-90 cm, apresentou 19% de areia grossa, 32% de areia fina, em um total de 51% de areia, 4% de silte e 45% de argila.

Tabela 19- Composição granulométrica do Argissolo Vermelho de textura média/arenosa da bacia do Rio Claro

Horizonte	Profundidade cm	Terra fina <2mm%	Areia grossa 2-0,20mm %	Areia fina 0,20-0,05mm %	Silte 0,0,5-0,002 mm %	Argila <0,002mm %
A	0-20	100	30	48	6	16
Bt	90-120	100	19	32	4	45

Fonte: adaptado do levantamento de reconhecimento dos solos do Paraná (TOMO II, 1984)

Como este solo encontra-se em formas de relevo distintas, sua suscetibilidade à erosão varia conforme o grau de inclinação da vertente (Figura 23).

Figura 23- Argissolo Vermelho de textura média/arenosa no setor A da bacia do Rio Claro sob cultivo de soja



Nóbrega; Cunha (2011) desenvolveram pesquisas em áreas semelhantes e destacaram que apesar de cada tipo de solo apresentar, individualmente, suscetibilidades diferenciadas, na paisagem, associados na vertente, a estabilidade ou instabilidade será produzida pela dinâmica dos eventos aí desencadeados. Uma vez instalados, os processos erosivos, remontam na vertente afetando as áreas e os solos originalmente mais estáveis. A evolução remontante desses processos, sobretudo no caso das voçorocas que se iniciam, muitas vezes, por degradação das cabeceiras, passa a influenciar na dinâmica hídrica da cobertura pedológica, impondo novas condições para o material e gerando novas organizações.

Quanto ao uso e ocupação da terra no setor A, pode se considerar que historicamente não ocorreu de maneira adequada, porque no início da colonização da bacia não se tinha cuidado com a preservação ambiental, e o progresso aparentemente estava na questão de retirar a floresta para a prática agropecuária e/ou para exploração da madeira, atividades estas que não estavam orientadas por legislação específica.

Além do desmatamento convencional, na qual retiravam a madeira para ser comercializada, era comum utilizar-se da técnica de coivara, na qual se usava a queimada para eliminar a vegetação. O emprego desta técnica pode ser observado na figura 24 no município de Araruna em 1955 e na figura 25 no município de Peabiru em 1957. Segundo Yokoo (2013), as queimadas eram feitas para preparar o terreno para cultivar as lavouras, e em no máximo dois anos, o local era abandonado para repetir o processo em terrenos adiante.



Figura 24 - Derrubada da floresta por meio do emprego da técnica da queimada no município de Araruna em 1955



Fonte: Yokoo (2013 , p.141)

Figura 25 -- Derrubada da floresta por meio do emprego da técnica da queimada no município de Peabiru em 1957



Fonte: Yokoo (2013, p.147)

O abandono do cultivo desses solos está relacionado, a baixa capacidade de retenção de umidade, determinada pela textura arenosa, sendo que os Latossolo Vermelho de textura média apresentou em sua composição granulométrica 68% de areia no horizonte A e 63% de areia no horizonte B, enquanto que o Argissolo Vermelho de textura arenosa/média constatou-se 78% de areia no horizonte A e 51% de areia no horizonte Bt. Quanto aos teores de matéria

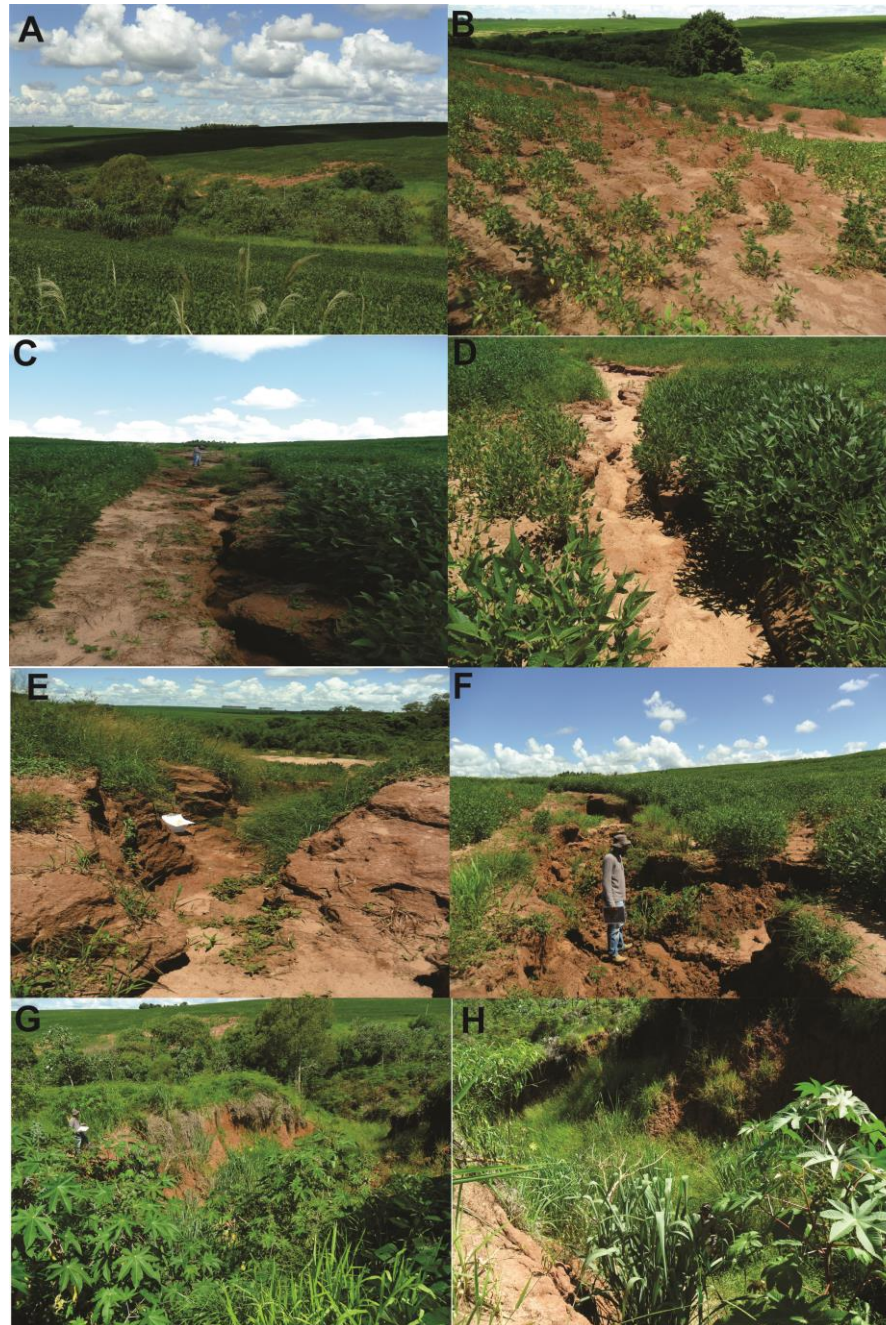
orgânica dos horizontes superficiais foram baixíssimos contribuindo para que ocorra deficiência de água constituindo-se no fator que mais restringe o uso agrícola nessas áreas, seguida da deficiência de fertilidade e da suscetibilidade à erosão (FASOLO et al. 1988).

Marcatto (2016) ao estudar o Argissolo Vermelho na bacia do rio Pirapó, obteve resultados físicos hídricos avaliados que comprovaram a alta suscetibilidade à erosão desses solos, com reduzidos valores de carbono orgânico, reduzido Diâmetro Médio Ponderado dos Agregados (DMPA) e velocidade de infiltração muito elevada em superfície e uma redução expressiva em profundidade, facilitando a ocorrência de processos erosivos.

A autora observou nos Argissolos, reduzido de DMPA nos horizontes superficiais de cultivos como a cana-de-açúcar e culturas de grãos (0,89mm e 0,66mm, respectivamente). Além do DMPA, os resultados de velocidade de infiltração e condutividade hidráulica também apresentaram relação com a textura dos solos. Nos Argissolos, a mudança textural em profundidade observada para a maioria dos usos foi acompanhada de uma redução da permeabilidade, principalmente, na cana-de-açúcar (1360mm/h em superfície e 360 mm/h em profundidade) e culturas de grãos (1720mm/h e 200mm/h, em superfície e profundidade, respectivamente).

Como já foi mencionado anteriormente, devido ao tipo de solo e rocha, o setor A é suscetível a ocorrência de feições erosivas e em saída de campo foi constatada os principais tipos de feições erosivas que ocorrem na área de estudo como erosão laminar, sucros e ravinas como pode ser observado na figura 26.

Figura 26 - Feições erosivas em Argissolo Vermelho em área de cultivo de soja no setor A da bacia hidrográfica do Rio Claro/PR



Legenda: 26A e 26B- erosões laminares; 26C e 26D sulcos; 26E e 26F ravinas; 26G e 26H – ravinas em estágio de recuperação

Quanto ao setor B foi o que menos se constatou feições erosivas (ravinas, sulcos e erosão laminar). Nesse setor encontram-se as rochas basálticas da Formação Serra Geral, na qual deram origem aos solos de textura argilosa. Por ocorrer o predomínio do relevo plano e suave ondulado, a maior parte do setor é ocupado por Latossolos Vermelho de textura argilosa (Figura 27), seguido dos Nitossolos Vermelho de textura argilosa nas áreas de média declividade entre 6% e 20% (Figura 28).

Figura 27- Latossolo Vermelho de textura argilosa, no setor B da bacia do Rio Claro



Além das boas condições morfológicas apresentadas pelos Latossolos Vermelho de textura argilosa, eles possuem ótima capacidade de retenção de umidade, como também por apresentarem uma inerente resistência à erosão e por ocorrerem em relevo favorável à mecanização. Devido a essas condições favoráveis dos solos e relevo para à prática da agricultura, a área do setor B foi ocupado por culturas temporárias como pode ser observado nas cartas de uso e ocupação apresentadas anteriormente.

Figura 28 - Nitossolo Vermelho de textura argilosa ou muito argilosa, no setor B da bacia hidrográfica do Rio Claro



Deve-se ressaltar que as boas condições dos solos estão associadas a um manejo adequado. Neste sentido, foi constatado por Marcatto; Silveira (2014) em um estudo na bacia hidrográfica do rio Pirapó, que o Latossolo Vermelho de textura argilosa apresentou melhores condições físicas que o Nitossolo Vermelho de mesma textura, resultando na maior infiltração, e conseqüentemente na redução do deflúvio superficial.

No setor C verificou-se um aumento de feições erosivas (ravinas, sulcos e erosão laminar) decorrentes dos solos rasos, como os Neossolos Litólicos (figura 29), localizados em declividades acima de 20%.

Figura 29 - Neossolo Litólico de textura argilosa, no setor C da bacia do Rio Claro



Segundo Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Paraná (TOMO II, 1984), as características morfológicas do Neossolo Litólico, restringem-se praticamente as do horizonte A, o qual varia normalmente entre 15 e 40 cm de espessura, sendo que a cor, textura, estrutura e consistência dependem do tipo de material que deu origem ao solo.

Devido sua pequena profundidade, este tipo de solo não permite um armazenamento de água adequado para as plantas, possuem grande suscetibilidade à erosão, sendo ainda comum a ocorrência de fragmentos de rochas na superfície, tornando-os pouco adequado para exploração dentro de uma agricultura tecnificada. São, entretanto, solos que bem manejados, podem ser utilizados para a pastagem, pois possuem alta fertilidade natural (TOMO II, 1984).

Desta maneira, verificou-se que as feições erosivas concentraram-se nas áreas onde ocorrem os Neossolos Litólicos, pois ocupam as áreas de declividade mais acentuada como a forte ondulada que é ocupada normalmente por pastagem. Também, foi constada a presença de erosão em áreas de Nitossolos, isto é ocasionado pela prática da agricultura mecanizada.

Devido este solo ser bastante fértil, associados com as práticas de manejo inadequados e, ainda tendo o agravante da declividade elevada, mesmo que predomine solos de textura argilosa, a associação destes fatores criaram condições favoráveis para formação de feições erosivas (ravinas, sulcos e erosão laminar), tendo em vista que os Nitossolos naturalmente são mais suscetíveis à erosão do que os Latossolos Vermelho de mesma textura. Desta forma, o setor teve um aumento significativo de focos de erosão em relação ao setor B.

Após a localização das feições erosivas, os dados obtidos foram aplicados na equação CFE (Concentração de Feições Erosivas), possibilitando verificar a concentração de feições erosivas nos setores da bacia estudada, conforme a tabela 20.

Tabela 20 - Concentração de feições erosivas (CFE) na bacia hidrográfica do Rio Claro/PR

<b>Concentração de feições erosivas (CFE)</b>	
<b>Setores</b>	<b>CFE</b>
A	0,277
B	0,022
C	0,040
Total	0,339

Com aplicação do índice de CFE, verificou-se que o setor A foi o que mais concentrou as feições erosivas, num total de 0,277 focos de erosão por km<sup>2</sup>, isto está relacionado aos atributos físicos (substrato geológico, solos arenosos e declividade), que contribuiram para que tal setor seja naturalmente mais susceptível à ocorrência de erosão, porém, com as atividades agropecuárias exercida no setor, elas ocasionaram à aceleração no processo de formação de feições erosivas.

Já o setor B, foi o setor que menos apresentou problemas com feições erosivas, concentrando apenas 0,022 focos de erosão por km<sup>2</sup>, setor este que possui as melhores condições físicas para o uso e ocupação da terra, e mesmo com as praticas das atividades agrícolas, o índice obtido de feições erosivas foi baixo em relação aos setores A e C.

No setor C, constatou-se um aumento de feições erosivas em relação ao setor B, mas baixo ao se comparar com o setor A, concentrando 0,04 focos de erosão por km<sup>2</sup>. Isto é, decorrente dos atributos físicos (solos e declividade), mesmo possuindo basalto como substrato rochoso, solos de textura argilosa, com o aumento da declividade tem-se a condição para a formação de solos rasos, como os Neossolos Litólicos.

Portanto, as áreas onde se concentraram as feições erosivas, localizaram-se em áreas ocupadas por Nitossolo, e os constantes usos da terra especialmente pelo emprego da

pastagem devido à boa fertilidade do solo, ocasionaram na aceleração da formação de feições erosivas.

#### 4.3.2. Assoreamento

Quanto à presença de assoreamento nos cursos d'água, foram verificados principalmente em tributários de primeira ordem (Figura 30), situados em áreas onde se tem, principalmente, práticas agropecuárias. Constatou-se que os corpos hídricos que tiveram mais problemas foram os que haviam escassez de vegetação ripária, criando condições favoráveis para que por meio da ação da erosão hídrica, os sedimentos fossem transportados e depositados diretamente nos corpos d'água, contribuindo para diminuição da profundidade do leito fluvial.

Figura 30 -Assoreamento incipiente no córrego Guatambú no município de Terra Boa-PR



Segundo Sousa et al. (2013), pode-se afirmar que a retirada da mata ciliar contribuiu consideravelmente para o carreamento dos sedimentos para o leito fluvial, desencadeando o assoreamento, e, conseqüentemente a diminuição da profundidade, gerando o desequilíbrio ambiental. Desta forma, averiguou-se que, com o passar do tempo, o nível do assoreamento nos cursos d'água vem aumentando, comprovando que a ação humana é a principal causa da degradação ambiental.

Durante as campanhas de campo, não foi verificado locais com assoreamento no canal principal do Rio Claro (Figura 31), isso ocorre devido o seu gradiente, que segundo Souza

(2015), o Rio Claro possui um desnível de 318m, indicando assim um maior potencial para transportar sedimentos. Mas, deve-se ressaltar que, mesmo que o canal principal ainda não esteja sofrendo diretamente com o assoreamento, ele está sendo afetado indiretamente, pois, seus tributários, principalmente os de primeira e segunda ordem foram averiguados focos de assoreamento em seus leitos fluviais.

Devido o assoreamento desses canais, eles transportam mais sedimentos para o canal principal, e conseqüentemente seus leitos perderão profundidade, reduzindo com passar do tempo o volume d'água que deveria chegar ao leito principal. Desta maneira deve-se dar uma atenção especial para as cabeceiras de drenagem da bacia do Rio Claro, preservando as áreas de vegetação ripárias ao entorno dos corpos hídricos e nascentes, pois a vegetação auxilia na manutenção das nascentes como também reduz volume de sedimentos que chegam aos corpos d'água sem proteção.

Figura 31 - Trecho do leito do Rio Claro/PR



Segundo Crispim et al. (2012), com a mecanização agrícola intensiva ocorrida a partir da década de 1980, na região da bacia estudada, as nascentes d'água vem sofrendo com o processo de assoreamento. A vegetação ripária, que é essencial para a preservação destas nascentes, foram reduzidas ou eliminadas em certos locais, provocando o desaparecimento de várias nascentes. Os casos de eliminação de nascentes para aproveitamento de áreas para



implantação da agricultura eram comuns, deixando famílias e animais, residentes na zona rural, sem o fornecimento de água potável.

Desta maneira, Crispim et al. (2012) fizeram aplicação da técnica de conservação e proteção de nascentes com o uso de “solo/cimento”, procedimentos esses descritos por eles. Após a aplicação desta técnica em nascentes na bacia hidrográfica do Rio do Campo no município de Campo Mourão - PR percebeu-se que os benefícios da recuperação e proteção das nascentes não estavam relacionados somente à saúde ou ao saneamento básico, mas também à conservação do meio ambiente. Portanto, houve melhoria da vazão e qualidade da água, em contrapartida as pequenas propriedades rurais se beneficiam de diversas formas, como na irrigação de hortaliças e abastecimento de bebedouros para animais e consumo humano.

Portanto, a técnica de proteção e conservação de nascente com “solo cimento”, pode ser uma alternativa para a recuperação de nascentes degradadas em bacias hidrográficas, mas para isso deve haver parcerias entre órgãos públicos, como prefeituras, Emater, instituições de ensino públicas e privadas e cooperativas de agricultores, não focando apenas à aplicação da técnica, e sim para desenvolver trabalhos de conscientização referente à conservação das nascentes e dos corpos hídricos, salientando a importância da preservação da vegetação ripária como também da aplicação adequada das técnicas de controle de erosão.

A importância do Rio Claro para os municípios deve-se principalmente para abastecimento das atividades agrícolas exercidas nos municípios, e como sede urbana do município de Engenheiro Beltrão está próximo do Rio Claro, este poderá servir para abastecimento de água da cidade futuramente.

Sendo assim, esta parte tratou dos aspectos fisiográficos da bacia estudada, especialmente os distintos substratos rochosos e os diferenciados tipos de solos, associados com as características do relevo, da rede hidrográfica e com o uso da terra, fatores estes que interligados são os principais responsáveis pela ocorrência de feições erosivas e assoreamentos nos cursos d'água da bacia do Rio Claro.

## 5. FRAGILIDADE POTENCIAL E FRAGILIDADE EMERGENTE DA BACIA DO RIO CLARO

Após a análise integrada dos atributos do meio físico da bacia de estudo (substrato geológico, solos e declividade,) associado com uso da terra (pastagem/campestre, culturas, floresta/vegetação natural, silvicultura e áreas urbanas), analisados no item anterior, constataram-se diferentes potencialidades e vulnerabilidades para bacia do Rio Claro.

De acordo com Bonifácio (2013) as cartas de fragilidade ambiental podem auxiliar no reconhecimento e escalonamento em graus desses potenciais, facilitando a sua leitura, compreensão e aplicação para maior número de usuários.

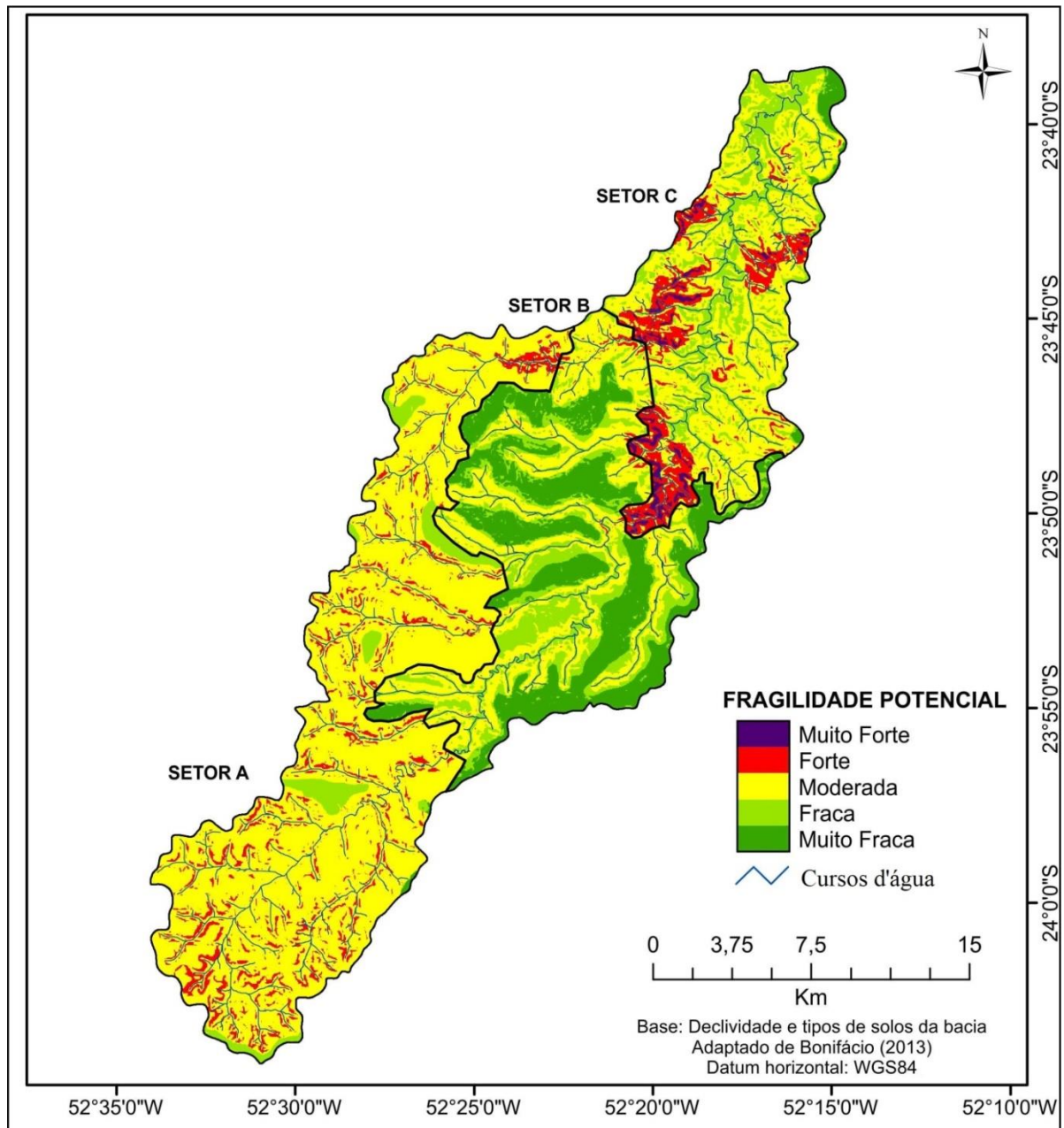
Dessa forma, na carta de fragilidade potencial (figura 32), o setor A da bacia do Rio Claro apresentou uma estrutura que predomina a fragilidade potencial moderada 80,31% (191,10 km<sup>2</sup>), forte 14,79% (35,29 km<sup>2</sup>), fraca 4,71% (11,20 km<sup>2</sup>), muito fraca, 0,17% (0,40 km<sup>2</sup>) e muito forte, 0,02% (0,06 km<sup>2</sup>), conforme a tabela 21. O fato de haver o predomínio da fragilidade moderada está relacionada a presença dos Argissolos Vermelhos de textura arenosa/média.

Tabela 21 - Delimitação areal e percentual por setores das classes de fragilidade potencial na área de estudo

Classes de Fragilidade Potencial	Setor A		Setor B		Setor C	
	Área		Área		Área	
	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Muito Fraca	0,40	0,17	57,20	33,28	2,59	1,99
Fraca	11,20	4,71	43,88	25,53	27,30	20,85
Moderada	191,11	80,31	68,42	39,80	72,60	55,50
Forte	35,29	14,79	2,35	1,37	22,70	17,38
Muito Forte	0,06	0,02	0,03	0,02	5,60	4,28
Total	238,06	100	171,88	100	130,79	100

Já no setor B, observa um equilíbrio entre os graus de fragilidade potencial muito fraca 33,28% (57,20km<sup>2</sup>) e fraca 25,53% (43,88 km<sup>2</sup>), com predomínio da moderada 39,80% (68,42 km<sup>2</sup>), enquanto o grau de fragilidade forte apresentou 1,37% (1,37 km<sup>2</sup>) e muito forte 0,02% (0,03 km<sup>2</sup>). Isso ocorre devido o predomínio dos solos argilosos verificados no setor especialmente Latossolos Vermelhos de textura argilosa, que são mais resistentes à erosão que os Nitossolos Vermelho de textura argilosa ou muito argilosa e predomínio de relevo plano e suave ondulado.

Figura 32 - Carta de fragilidade potencial da bacia do Rio Claro



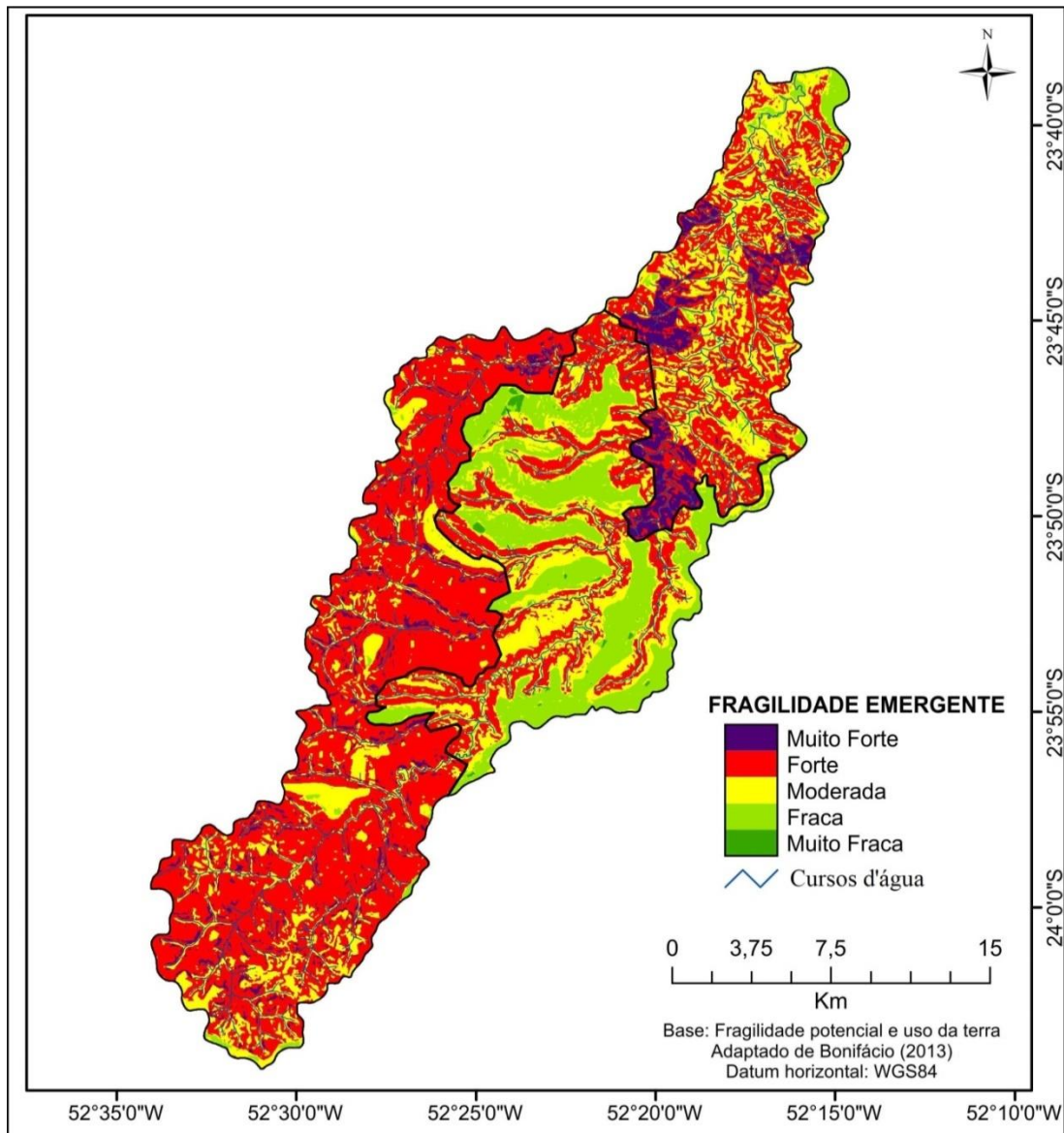
Fonte: Adaptado de Bonifácio (2013)

No setor C, a exemplo do setor A, predominou a fragilidade potencial moderada com 55,50% (72,60 km<sup>2</sup>), fraca 20,85% (27,30 km<sup>2</sup>), forte 17,38% (22,70 km<sup>2</sup>), muito forte 4,28% (5,60 km<sup>2</sup>) e muito fraca 1,99% (2,59 km<sup>2</sup>). Isso ocorre devido à presença dos Neossolos Litólicos e Nitossolos Vermelho de textura argilosa, associados com aumento da declividade.

A carta de fragilidade emergente (figura 33) mostra que na bacia hidrográfica analisada há uma exacerbação do grau de fragilidade forte, devido à ocupação por culturas. No setor A (tabela 22), as áreas classificadas anteriormente como de grau moderado passam a

ser forte, 74,29% (176,8 km<sup>2</sup>) e muito forte 9,38% (22,35 km<sup>2</sup>), as áreas de fragilidade fraca passam a ser moderada, 15,69% (37,38 km<sup>2</sup>), enquanto que a fraca reduziu para 0,64% (1,53 km<sup>2</sup>) e, extinguindo as áreas de fragilidade muito fraca. Isso ocorreu devido ao intenso uso da terra por culturas temporárias intercalando com algumas áreas de pastagens de relevo ondulado.

Figura 33 - Carta de fragilidade emergente da bacia do Rio



Fonte: Adaptado de Bonifácio (2013)

Tabela 22 - Delimitação areal e percentual por setores das classes de fragilidade emergente na área de estudo

Classes de Fragilidade Emergente	Setor A		Setor B		Setor C	
	Área		Área		Área	
	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Muito Fraca	0,00	0,00	1,03	0,60	0,004	0,0031
Fraca	1,53	0,64	59,44	34,59	6,8	5,19
Moderada	37,38	15,69	48,02	27,94	37,80	28,91
Forte	176,8	74,29	62,34	36,26	67,096	51,3069
Muito Forte	22,35	9,38	1,05	0,61	19,1	14,59
Total	238,06	100	171,86	100	130,79	100

No setor B verificou-se uma drástica redução das áreas de fragilidade muito fraca 0,60%, (1,03 km<sup>2</sup>), que passaram para fraca 34,59% (59,44 km<sup>2</sup>) e moderada 27,94% (48,02 km<sup>2</sup>), e as áreas antes de fragilidade moderada passaram a prevalecer para a fragilidade forte 36,26% (62,34 km<sup>2</sup>), com algumas áreas de fragilidade muito forte 0,61% (1,05 km<sup>2</sup>). Quanto ao uso da terra neste setor, concentrou-se a cultura temporária devido à boa fertilidade natural dos solos encontrados, inclusive nos terrenos localizados sobre relevo ondulado. Sendo o setor que apresentou melhores condições de uso em relação aos outros dois.

As mesmas transformações são observadas no setor C, verificando uma ampliação dos graus de fragilidade forte 51,3069% (67,094 km<sup>2</sup>) e muito forte 14,59% (19,1 km<sup>2</sup>), reduzindo drasticamente as de fragilidade fraca 5,19% (6,8 km<sup>2</sup>) e muito fraca 0,0031% (0,004 km<sup>2</sup>), enquanto as áreas de fragilidade moderada situaram-se em 28,91% (37,80 km<sup>2</sup>). O aumento da fragilidade está associado à intensa prática de cultura temporária, intercalada com pastagens nas áreas de relevo forte ondulado, deve se salientar que os solos que compõe esse setor possui boa fertilidade natural, predominado os Nitossolos Vermelho de textura argilosa ou muito argilosa que normalmente estão localizados em relevo suave ondulado e ondulado. Também verificou-se a presença dos Neossolos Litólicos de textura argilosa, localizado nas áreas de relevo forte ondulado, e, por apresentarem boa fertilidade natural são utilizados para pastagens.

Ao analisar a fragilidade potencial e a emergente para bacia do Rio Claro, ocorreu o predomínio dos graus de fragilidade moderada (tabela 23) com 61,44% (332,16 km<sup>2</sup>) e fraca 15,23% (82,37 km<sup>2</sup>), enquanto que os graus de fragilidade forte 11,15% (60,30 km<sup>2</sup>) e muito fraca 11,13 % (60,21 km<sup>2</sup>) ocupam praticamente a mesma área e a fragilidade muito forte 1,05% (5,69 km<sup>2</sup>).

Tabela 23 - Delimitação areal e percentual das classes de fragilidade potencial e emergente na área de estudo

Classes de Fragilidade	Potencial		Emergente	
	Área		Área	
	(Km <sup>2</sup> )	(%)	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Muito Fraca	60,21	11,13	1,03	0,19
Fraca	82,37	15,23	67,77	12,53
Moderada	332,16	61,44	123,20	22,79
Forte	60,30	11,15	306,26	56,64
Muito Forte	5,69	1,05	42,47	7,85
Total	540,73	100	540,73	100

Já a fragilidade emergente que insere o uso da terra na análise da bacia em estudo, verificou-se uma drástica redução nos graus de fragilidade muito fraca com 0,19% (1,03 km<sup>2</sup>) e moderada com 22,79% (123,20 km<sup>2</sup>), enquanto isso verificou-se uma exacerbação nos graus de fragilidade forte com 56,64% (306,26 km<sup>2</sup>) e muito forte com 7,85% (42,47 km<sup>2</sup>), já o grau de fragilidade fraca, manteve-se uniforme com 12,53% (67,77 km<sup>2</sup>).

Conforme explanado anteriormente os atributos do meio físico quando analisados sem o uso da terra apresentam fragilidades diferenciadas. No entanto, ambas cartas de fragilidade, tanto a potencial como a emergente, podem contribuir individualmente ou de forma integrada para a utilização racional da bacia hidrográfica a depender da finalidade do planejamento do uso e ocupação da terra.

## 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Ao comparar as duas cartas de uso da terra, observou-se que as maiores mudanças foram em relação às áreas de pastagens que tiveram drástica redução, especialmente no setor A, que cedeu espaços para a cultura temporária e para o cultivo da cana-de-açúcar, que a partir da década de 1990 ganhou espaço em relação às atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo. Observou-se, também, um acréscimo nas áreas urbanas e o aparecimento da atividade da silvicultura.

Constatou-se que a concentração de feições erosivas está localizada nas áreas onde os atributos físicos (substrato geológico, solos e relevo) favorecem tal ocorrência e a constante práticas das atividades agrícolas e/ou urbana aceleram o desenvolvimento dos processos erosivos, contribuindo assim para a degradação ambiental da bacia hidrográfica.

Quanto à ocorrência de feições erosivas verificou-se, por meio da aplicação da equação de Concentração de Feições Erosivas (CFE), que o setor A foi que mais concentrou feições erosivas, seguido pelo setor C e o menos afetado foi o setor B.

O fato do setor A concentrar mais feições erosivas, está relacionado aos atributos do meio físico (substrato geológico e solos de textura média/arenosa) associando-os com a prática de atividades agrícolas, que geram assim, condições favoráveis para o desenvolvimento de feições erosivas, sendo o setor que demonstrou a situação mais crítica, em relação aos outros dois.

O mesmo ocorre com setor C que também possui a interferência dos atributos do meio físico (relevo e solos rasos) que associados às práticas agrícolas, potencializaram o surgimento de condições favoráveis para o aparecimento de feições erosivas. Em contrapartida, o setor B verificou-se o menor percentual de concentração de feições erosivas, isto é decorrente dos atributos do meio físico que favoreceram a menor ocorrência deste fenômeno, mesmo sendo praticada à agricultura neste setor.

Em relação ao assoreamento na bacia do Rio Claro, foi verificado apenas nos tributários de primeira e segunda ordem, sendo que o assoreamento é decorrente das áreas onde há escassez de vegetação ripária, solos de textura média/arenosa e declividades elevadas, associadas às práticas inadequadas de controle de erosão, ocasionaram no aumento do transporte de sedimentos diretamente para os corpos hídricos.

Ao analisar as cartas de fragilidade ambiental da bacia do Rio Claro constatou-se que, na carta de fragilidade potencial ocorreu o predomínio do grau de fragilidade moderado,

enquanto na carta de fragilidade emergente que considera o uso da terra e a fragilidade potencial, notou-se que áreas de fragilidade moderada cederam lugar aos graus de fragilidade forte e muito forte e uma drástica redução no grau de fragilidade muito fraca.

Contudo, o potencial econômico da presente bacia hidrográfica é a agricultura, e, desta forma, os resultados obtidos nesta pesquisa tiveram por finalidade auxiliar os agricultores e os planejadores à melhorar a ocupação e o uso da terra, com o objetivo de reduzir os impactos causados pelas erosões, contribuir principalmente, com informações fisiográficas e da dinâmica externa atual, visando também subsidiar o atual comitê de bacias hidrográficas, e fornecer informações para nortear as ocupações urbanas na bacia hidrográfica.

Com base nas informações levantadas durante a elaboração desta dissertação e na leitura de vários artigos científicos sobre o assunto, buscou-se elaborar algumas sugestões para reduzir à degradação da bacia que foram levantadas devido ao desenvolvimento acelerado das feições erosivas e do assoreamento.

#### **Nas áreas rurais**

**A)** Em áreas com declividade acima de 20%, que possui solos rasos ou solos de textura média/arenosa, próximas de corpos hídricos e/ou nascentes, que desenvolvem atividades agrícolas deve-se deixar áreas de APPs (Áreas de Preservação Permanente), com intuito de conter a erosão e, conseqüentemente o assoreamento;

**B)** Verificar ao término de cada safra a condição das curvas de nível, se necessário fazer reparos nos locais em foram rompidas durante eventos de intensas precipitações;

**C)** Se os terraços em nível estiverem sofrendo constantes rompimentos, verificar se a altura e a distância das curvas estão adequadas com o grau de inclinação da vertente;

**D)** Evitar retirar os terraços em nível com o intuito de facilitar o trânsito das máquinas e equipamentos agrícolas maiores, procedimento este que levará o aumento do deflúvio superficial e o transporte de sedimentos;

**E)** Evitar deixar o solo descoberto no período entressafra, preservando assim a cobertura do solo com o material orgânico proveniente da colheita da safra anterior;

**F)** Quando há um período longo entre o término de uma safra e o início da próxima como, por exemplo, a safra de inverno e o plantio da safra de verão, como normalmente na bacia estudada, é cultivado milho safrinha, o material orgânico proveniente dessa cultura é insuficiente decompondo-se rápido, e para não deixar o solo exposto, recomenda-se fazer a cobertura viva com gramíneas;



**G)** Preservar a vegetação ripária nas margens dos corpos hídricos e nascentes de acordo com as indicações do Código Florestal;

**H)** Os órgãos competentes em parcerias com instituições de ensino públicas e privadas devem realizar oficinas para conscientizar os produtores rurais sobre a importância da conservação dos recursos hídricos, com objetivo de melhorar as técnicas de cultivo para reduzir os impactos, principalmente da erosão e conseqüentemente a perda de solos férteis,

**I)** Estimular a criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), já que é uma categoria de Unidade de Conservação Particular criada em área privada, por ato voluntário do proprietário, em caráter perpétuo, instituída pelo poder público. Como depende da vontade do proprietário, é ele quem define o tamanho da área aliada com a legislação a ser instituída como RPPN;

**J)** Estimular à aplicação da técnica “solo cimento”, em nascentes degradadas, para recuperá-las e/ou nascente que estão em via de serem degradadas.

#### **Nas áreas urbanas:**

**A)** Evitar canalizar diretamente as águas das galerias pluviais para rios e córregos, deve-se fazer dissipadores de energia e /ou caixas de contenção com objetivo de reduzir os impactos provocados pelo deflúvio superficial provenientes em períodos de precipitação intensa que danificam as vertentes e os corpos hídricos;

**B)** Facilitar a infiltração das águas pluviais, com a construção de locais com pavimentos para reduzir o escoamento superficial como também para alimentar o lençol freático;

**C)** Como os municípios que fazem parte bacia do Rio Claro estão expandindo suas malhas urbanas deve-se evitar criar novas áreas de loteamento em locais onde os atributos do meio físico favorecem a formação de feições erosivas;

**D)** Preservar as áreas de vegetação ripária nas margens dos corpos hídricos;

**E)** Nas vertentes que estão desprotegidas em meio às áreas urbanas, pode- ser utilizado cobertura com gramíneas para impedir que a superfície do solo fique exposta à ação das precipitações, reduzindo o escoamento superficial e as possibilidades de surgimento de feições erosivas;

**F)** Desenvolver trabalhos de mapeamentos, para identificar as possíveis áreas de suscetibilidade para a formação de feições erosivas e, conseqüentemente assoreamentos, para evitar que a malha urbana se expanda para esses locais.

## 7. REFERENCIAS

ABDON, M. M. *Os impactos ambientais no meio físico-erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária*. 2004. 322f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo –Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.

AGUIAR, V. G. *Bacia hidrográfica do córrego Granada – Aparecida de Goiânia –GO: Os processos erosivos e a dinâmica espacial urbana*. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Construção Civil – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. Estudo de bacias hidrográficas como suporte à gestão dos recursos naturais. *Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal. V. 10, n. 2, p. 166 - 184, 2013.

ATLAS GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ – *Escala base 1:250000, modelos reduzidos 1:500000/ minerais do Paraná*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006, 63 p.

BARROSO, D.G.; SILVA, M.L.N. Poluição e conservação dos recursos naturais: solo e água. *Informe Agropecuário*, v.176, n.16, p.17-24, 1992.

BENETON, J. C. *Análise prospectiva do setor indústria da cidade de Terra Boa-PR: Estudo sobre a interdependência econômica entre os polos industriais*. 2013. 41f. Monografia (Especialização). Pós-Graduação em Geografia, Meio Ambiente e Ensino – Departamento de Geografia. Universidade Estadual do Paraná, Campos de Campo Mourão/PR, 2013.

BERNARDES, L. M. C. O Problema das “Frentes Pioneiras” no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geografia*. nº 3, p. 335 - 384, julho-setembro de 1953.

BIGARELLA, J. J. *Segurança ambiental, uma questão de consciência... e muitas vezes de segurança nacional*. Curitiba: Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra, 1974, 66 p.

BIGARELLA, J. J., MAZUCHOWSKI, Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: *III Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, Maringá-PR, ABGE, ADEA, 1985, 332 p.

BISPO, T. C.; LEVINO, N. A. Impactos ambientais decorrente do uso e ocupação desordenada do solo: Um estudo da região da periferia de Maceió/AL. In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, *Anais...* Belo Horizonte - MG, 2011, 13 p.

BONIFÁCIO, C. M. *Avaliação da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas do alto vale do rio Pirapó, norte do Paraná: Proposta metodológica*. 2013. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2013.

- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Política Nacional do Meio Ambiente*. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 14 abr. 2011.
- BRASIL. Decreto nº 94.076, de 5 de março de 1987. *Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas*. Disponível em < [www.mp.sp.gov.br/...decretos/Decreto%20n%2094076-87.htm](http://www.mp.sp.gov.br/...decretos/Decreto%20n%2094076-87.htm) >. Acesso em: 28 mar. 2011.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Política Nacional de Recursos Hídricos*. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em: 25 mar. 2011.
- BUENO, R.H. *Aplicação do diagnóstico físico-conservacionista (DFC) na bacia hidrografia do Rio Ligeiro – Paraná*. 2016. 103f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2016.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciências da informação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. *Introdução à ciência da geoinformação*. DPI-INPE, São José dos Campos, 1998, p. 02-35.
- CAMPOS, S.; ARAÚJO JÚNIOR, A. A. de; BARROS, Z. X. ; CARDOSO, L. G.; PIROLI, E. L.. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado no uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu-SP. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 421 - 430, 2004.
- CARNEIRO, V.A.; PAULO, P. O.; MELO, E. M. L. Paisagens degradadas do município de Palmelo (Goiás): o estudo das voçorocas via trabalho de campo. *GeoTextos*. v.10, n.1 p. 179-207, 2014.
- CHRISTOFOLETTI, A. Morfologia de bacias de drenagem. *Notícia Geomorfológica*, n. 18, p. 130-132, 1978
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo 2ª ed: Edgar Blücher, 1980, 188 p.
- CHUE, A. M. *Análise do uso da terra e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Pequeno – São José dos Pinhais, PR, por meio do Diagnóstico Físico conservacionista – DFC*. 2004. 102f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Ciência da Terra – Universidade federal do Paraná, Curitiba/PR, 2004.
- COLAVITE, A. P. *Cartografia aplicada à análise ambiental da bacia do rio do Campo –PR*. Maringá, 2008. Monografia (especialização) Pós-Graduação em Planejamento e Gerenciamento Urbano e Rural – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2008.
- COLAVITE, A. P. Geotecnologias aplicadas à análise e a representação da paisagem do município de Campo Mourão – Paraná. In: PONTILI, R. M.; COLAVITE, A. P. *Estudos Regionais: enfoques socioeconômicos, ambiental, educacional e da paisagem*. Campo Mourão/PR: Editora Fecilcam, 2009. Cap. 2, p. 27-59.
- COLAVITE, A. P. Geotecnologia aplicadas a análise da paisagem na bacia hidrográfica do rio do Campo, Paraná-Brasil. *Egal/2012*, p. 01-15. Disponível em:

<<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.egall12/procesosambientales/hidrologia/04.pdf>> Acesso em: 15 nov.2013.

COMPANHIA MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ. *Colonização e desenvolvimento do Norte do Paraná*. São Paulo: 3ª ed. EDANEE, 2013, 256 p.

CONORATH, G.D. *Águas Urbanas: Análise morfométrica e hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira – Joinville/SC*. 2012. 159f. Dissertação (Mestrado): Universidade do Estado de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento socioambiental do Departamento de Geografia, Florianópolis, 2012.

CRISPIM, J. Q.; MALYSZ, S. T.; CARDOSO, O.; JUNIOR, S. N. P. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica Rio do Campo no município de Campo Mourão –PR. *Revista Geonorte*. v. 3, n.4, p. 781 – 790, 2012.

DILL, P. R. J. *Assoreamento do reservatório do Vacacaí-Mirim e sua relação com a determinação da bacia hidrográfica Contribuinte*. 2002. 125f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Santa Maria, 2002.

ELIAS, M. D.; NAKASHIMA, P. Determinação do grau de compactação e da distribuição dos nutrientes do solo pelo método do perfil cultural e análise química sobre Latossolo narenoso cultivado com cana-de-açúcar em São Carlos do Ivaí-Paraná. In: VI CONGRESSO IBEROAMERICANO ESTUDIOS TERRITORIALES y AMBIENTALES. *Anais...* São Paulo/SP: Universidade de São Paulo, 2014, p.2921-2944.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, INSTITUTO AGRONÓMICO do PARANÁ – IAPAR. *Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná*: Tomo I. Londrina, 1984

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, INSTITUTO AGRONÓMICO do PARANÁ – IAPAR. *Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná*: Tomo II. Londrina, 1984

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM SOLOS. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. Brasília/DF: EMBRAPA Solos, 2006. p. 286.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOLOS, *Mapa de solos do Estado do Paraná*: 1:600.000, Rio de Janeiro, 2007.

FASOLO, P.J., CARDOSO, A. P., HOCHMÜLLER, D.P., RAUEN, M.J. ; PÖTTER, R.O. *Erosão: Inventário de áreas críticas no Noroeste do Paraná*. Londrina: IAPAR, 1988. 20p. (Boletim Técnico, 23).

FILHO, M. V.; ALVES, M.; GARCIA, R.; FANTIN, M. Caracterização de bacias hidrográficas impermeabilizadas pelo processo de urbanização com o suporte de

geotecnologias. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, *Anais...* Belo Horizonte/MG, 2003. p. 1977-1983.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo/ SP: Oficina de Textos, 2002, 97 p.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. *Revista do Departamento de Geografia da USP*. V. 17, p. 24-29, 2005.

FLORENZANO, T.G. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 128 p.

FOURNIER, F. *Climat et erosion*. Press universitaires de France, 1960, 199p.

GRAÇA, C. H. *Comportamento edafoclimático em anos atípicos (secos e chuvosos) nos municípios de São Carlos do Ivaí e Florai – PR*. 2013. 147f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2013.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S. Aplicação do índice de transformação antrópica na análise multitemporal da bacia do córrego do bezerro vermelho em Tangará da Serra-MT. *Revista Árvore*. Viçosa. v.37, n.6, p. 1045-1054, 2013.

GUERRA, A.J.T.; MENDONÇA, J.K.S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Orgs. VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. Ed. Betrand Brasil, 2ª edição, 225-256. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, São Paulo, 2007.

INFANTI, J.N.; FORNASARI, F.N. Processos de dinâmica superficial. In: *Geologia de engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998. p. 131-152, 586p.

INSTITUTO AGRONOMO DO PARANÁ – IAPAR. *Mapa de Classificação Climática*, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA – IBGE, Departamento de Cartografia. *Carta topográfica de Ivatuba*: Folha SF-22-Y-D-IV-2-2782/2. 1:50000. Rio de Janeiro – RJ, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA – IBGE, Departamento de Cartografia. *Carta topográfica de Jussara*: Folha SF-22-Y-D-IV-1 -2782/1. 1:50000. Rio de Janeiro – RJ, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA – IBGE, Departamento de Cartografia. *Carta topográfica de Peabiru*: Folha SF-22-Y-D-IV-3-2782-3. 1:50000. Rio de Janeiro – RJ, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Manual técnico de uso da terra*. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013, 171 p.

JÚNIOR, J. F. P.; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia-MG. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia. v. 20, n.2, p. 157-175, 2008.

KÖPPEN, W. *Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 1948, 478p.

LEMONS R. C.; SANTOS, R. D. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 3ª ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996, 44 p.

LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ. TOMO I. EMBRAPA-Governo do Estado do Paraná/IAPAR. Londrina, 1984.

LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ. TOMO II. EMBRAPA-Governo do Estado do Paraná/IAPAR. Londrina, 1984.

LIBAULT, A. *Geocartografia*. São Paulo: Ed. Nacional da Universidade de São Paulo, 1975, 388p.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, 320p.

MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981, 442p.

MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. 4 ed. Ponta Grossa/PR: Editora UEPG, 2012, 526 p.

MAFRA, N. M. C. Considerações a respeito da erosão dos solos. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro. v. 43, p. 301-312, 1981.

MAGALHÃES, R. A. Erosão: Definições, tipos e formas de controle. In: VII SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO, *Anais...* Goiânia/GO, 2001, p.1-11.

MARCATTO, F. S; SILVEIRA, H. Avaliação preliminar da qualidade física das principais classes de solos e subsídios para a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Pirapó-PR. In: VI CONGRESSO IBEROAMERICANO ESTUDIOS TERRITORIALES y AMBIENTALES. *Anais...* São Paulo/SP: Universidade de São Paulo, 2014, p. 2903-2920.

MARCATTO, F. S. *O efeito do uso e manejo nas propriedades físicas e hídricas dos solos na bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR*. 103f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2016.

MERTEN, G. H; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre. v3, n4, p. 33-38, 2002.

MINEROPAR. *Mapa Geológico do Estado do Paraná*. Escala 1:650.000, 2007.

MINEROPAR: Disponível em:

<<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=22>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

MINISTERIO DO EXÉRCITO, Departamento de Engenharia e Comunicação. *Carta topográfica de Cianorte*: Folha SF.22-Y-C-VI-2-MI-2781/2. 1: 50000. Brasília – DF, 1989.

MINISTERIO DO EXÉRCITO, Departamento de Engenharia e Comunicação. *Carta topográfica de Araruna*: Folha SF.22-Y-C-VI-4-MI-2781/4. 1: 50000. Brasília – DF, 1990.

MINISTERIO DO EXÉRCITO, Departamento de Engenharia e Comunicação. *Carta topográfica de Campo Mourão*: Folha SG.22-V-B-I-1-MI-2803/1. 1: 50000. Brasília – DF, 1990.

MINISTERIO DO EXÉRCITO, Departamento de Engenharia e Comunicação. *Carta topográfica de Farol*: Folha SG.22-V-A-III-2-MI-2802/2. 1: 50000. Brasília – DF, 1990.

MINISTERIO DO EXÉRCITO, Departamento de Engenharia e Comunicação. *Carta topográfica de Juranda*: Folha SG.22-V-A-III-3-MI-2802/3. 1:50000. Brasília – DF, 1990.

MINISTERIO DO EXÉRCITO, Departamento de Engenharia e Comunicação. *Carta topográfica de Quinta do Sol*: Folha SF.22-Y-D-IV-4-MI-2782/4. 1:50000. Brasília – DF, 1990.

NARDY, A. J. R.; OLIVEIRA, M. A. F. de; BETANCOURT, R. H. S.; VERDUGO, D. R. H., MACHADO, F. B. Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. *Revista Geociências*, v. 21, n 2, p. 15-32, 2002.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; E. S. Uso do geoprocessamento na identificação de conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. *Ciência Florestal*. Santa Maria. v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas, Três Lagoas*, v. 5, n.7, p. 102-121, 2008.

NAGOAKA, A. K.; NETO, P. C.; FRAGA, A. C.; BENEZ, S. H.; LANÇAS, K. P. Produtividade da soja em diferentes tipos de manejo dos solos. In: *II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel*, 2005, Varginha – MG, 2005. P. 302-305.

NÓBREGA, M. T.; SERRA, E. Noroeste do Paraná: a dinâmica da paisagem rural nas zonas de contato arenito-basalto. *Terr@Plural*. Ponta Grossa V. 3, n.2, p. 197-213, 2009.

NÓBREGA, M.T.; CUNHA, E. A Paisagem, os solos e a suscetibilidade à erosão. *Espaço Plural*, ano XII, n.25, p. 63-72, 2011.

OKA-FIORI, C. *Geomorfologia e dinâmica têmporo-espacial da bacia do rio Itiquira: pantanal matogrossense-MT*, MS, 2002. 209f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campos de Rio Claro, Rio Claro, 2002.

- ONOFRE, G.R. *Campo Morão: Colonização, uso do solo e Impactos Socioambientais*. 2005. 206f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2005.
- ONOFRE, G. R.; SERRA, E. A colonização de Campo Mourão –Paraná: os conflitos Rurais e os primeiros mecanismos de acesso à terra. In: X ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA. *Anais...* São Paulo/SP: Universidade de São Paulo, 2005, p. 10954 - 10968.
- OLIVEIRA, R. B. *Evolução da paisagem e ocupação humana da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Inácio–Paraná – Brasil*. 2012. 115f. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.
- PARANÁ, Lei nº 10.066, de 27 de julho de 1992. *Secretaria de Estado e Meio Ambiente – SEMA*. Disponível em: <[http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/lei\\_lei\\_10.0661992\\_27127.pdf](http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/lei_lei_10.0661992_27127.pdf)>. Acesso em: 22 de dez. 2016.
- PAIVA, R.G. ; SILVEIRA, H. ; SANTOS, R. M. . Melhoramentos do mapa de solos no município de São Carlos do Ivaí. In: *XXV Semana de Geografia da UEL e IV Seminário de Geografia do Norte do Paraná ?A Geografia no início do século XXI: tendências e perspectivas*, 2009, Londrina-PR. 2009. p. 1-14.
- PAIVA, R.G. *Estudo da paisagem no Norte Central e Noroeste Paranaense: compartimentação e vulnerabilidade ambiental*. 2010. 127f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LEANDRINI, J.A. (Org.). *Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná*. Editora Fecilcam, Campo Mourão, 2010, 170 p.
- PAZ, F. N. V. *Diagnóstico físico-conservacionista na bacia do ribeirão Lajes, Aragoginas – TO*. 2013. 124f. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências do Meio Ambiente da Fundação Universidade Federal do Tocantins –UFT, Palmas, 2013.
- PEREZ FILHO, A.; MATTOS, S.H.V.L.; ORSI, L.; VICENTE, A.K.; VICENTE, L.E. Monitoramento e gerenciamento de bacias urbanas associados a inundações: diagnose da bacia do ribeirão quilombo na região metropolitana de campinas utilizando geotecnologias. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 19, p. 44-54, 2006.
- PISSARRA, T.C.T. *Avaliação quantitativa das características geomorfológicas de microbacias hidrográficas 1ª ordem de magnitude em quatro posições do sistema natural de drenagem*. 1998, 124p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal/SP, 1998.
- PONÇANO, W. L.; KERTZMAN, F. F.; SALOMÃO, F. X. T. Fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos no desenvolvimento de boçorocas na bacia do Peixe-Parapanema (SP). *Sociedade e Natureza*, Uberlândia, v. 1, n. 2, p. 97 -106, dez. 1989.



POLITANO, W. *Estudo da adequabilidade do emprego de bacias hidrográficas de 3a, 2a, 1a ordem de magnitude na análise morfométrica aplicada a solos.*, 1992. 331p. (Tese de Livre-Docência) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal/ SP, 1992.

PRITCHETT, W. L. *Properties and Management of Forest Soils*. John Wiley, New York, 1979, 331 -390.

RODRIGUES, J. E. *Estudo geotécnico de fenômenos erosivos acelerados*. São Carlos. Tese de Doutorado. EESC – USP. 162p. 1984.

ROMÃO, A. C.B.C. *O uso de geoindicadores na análise ambiental da bacia do Ribeirão São Tomé – Cianorte e São Tomé, PR*. 2010. 116f. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós Graduação em Geografia- Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: *Revista do Departamento de Geografia FFLCH-USP*, n. 8. São Paulo, 1994. p. 63-74

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAS. In: Guerra, A. J. T., CUNHA, S. B. *Geomorfologia e meio ambiente*. Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 1996. p. 291-336.

ROSSI, M.; MATOS, I. F.A.; DOMINGUES, E. N.; RODRIGUES, S. P. Unidades morfopedológicas da microbacia do Ribeirão Água da Cachoeira (Paraguaçu Paulista, SP) e sua relação com o grau e os tipos de erosão do solo. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia. p. 5-15, 2001.

SEMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Bacias hidrográficas do Paraná*. Curitiba, 2010, 140p. Disponível em : <[http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista\\_Bacias\\_Hidrograficas\\_do\\_Parana.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf)>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2017.

SANTOS, R. F. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, 184 p.

SERRA, E.; NÓBREGA, M. T.; ANDRADE, J. A. Paisagem, estudo de caso no espaço agrário do Noroeste do Paraná. *Revista da ANPEG*. v. 8, n. 10, p. 85-99, 2012.

SILVA, V.A.; MOREAU, M. S.; MOREAU, A. M.S.; REGO, N. A. C. Uso da terra e perda de solo na bacia hidrográfica do Rio Colônia, Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 3, p. 310-315, 2011.

SILVEIRA, H. *Modificações antrópicas do solo: Influência do uso e manejo e reflexos no meio rural do município de Cidade Gaúcha – PR*. 1997. 96f. Dissertação (mestrado): Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 1997.

SOCIEDADE BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 2013. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs/>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2017.

SOETHE, R. D.P. *Evolução do uso e ocupação da terra, conflitos de uso e hemorobia na bacia do rio São Lourenço no município de Itaiópolis – SC, no período de 1977/79 a 2011*. 2013. 100f. Dissertação (Mestrado): Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2013.

SOUSA, M. E.; FILHO, N. E. S. S.; PEREIRA, L. A.; LYRA, L. H. B. Monitoramento e caracterização dos assoreamentos no rio São Francisco nas orlas urbanas de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, v.15, n.1, p. 68 -80, 2013.

SOUZA, A. W. L. *Diagnóstico do meio físico, por meio da morfometria, hipsometria e declividade da bacia hidrográfica do Rio Claro –PR*. 2015. 38f. Monografia (Especialização). Pós-Graduação em Geografia, Meio Ambiente e Ensino – Departamento de Geografia. Universidade Estadual do Paraná, Campos de Campo Mourão/PR, 2015.

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

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, p.1117-1142, 1952.

TANCREDI, N. S. H.; BORGES, M. S. Aplicação de geoprocessamento na análise ambiental das bacias hidrográficas do igarapé Juruti Grande e rio Aruã - Juruti - Pará. XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, *Anais...* Natal – RN, 2009, p. 6321-6328.

TAVARES, J. A. *Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Punaú (RN) e área litorânea adjacente*. 2006. 156f. (Dissertação de Mestrado): Programa de Pós-Graduação em Geografia –PPGe – Dinâmica e Reestruturação do Território da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

TRINTIN, J. G.; VIGNANDI, R. S. As transformações na agricultura paranaense e seus efeitos sobre a expansão no Noroeste do Estado. In: VI ENCONTRO DE ECONOMIA PARANAENSE, *Anais...* Ponta Grossa/PR, 2008. p. 863 - 878

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. *Revista Brasileira de Recurso Hídricos*, v.2 n.1 p. 135-152, 1997.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impactos das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão In: I FÓRUM GEO - BIO - HIDROLOGIA - ESTUDOS EM VERTENTES E MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS, 1998, Curitiba. *Anais*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1998. p. 39 - 49.

VELOSO, G. A.; LEITE, M. E.; ALMEIDA, M. I, S. Geotecnologia aplicadas ao monitoramento do uso do solo na bacia hidrográfica do Riachão, no norte de Minas Gerais. *Revista de Geografia (UFPE)*. V. 28, n. 2. p. 168 -184, 2011.

VENTURIERI, A.; FIGUEIREDO, R. O.; WATRIN, O. S.; MARKEWITZ, D.

Utilização de imagens Landsat e CBERS na avaliação da mudança do uso e cobertura da terra e seus reflexos na qualidade da água em microbacia hidrográfica do município de Paragominas, Pará. *Embrapa Amazônia Oriental*, p. 1-8, 2005.

VENTURI, L. A. B. (org). *Praticando Geografia: Técnicas de Campo e Laboratório em Geografia e Análise Ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, 240p.

YOKOO, E. N. Processo da dinâmica das frentes de ocupação territorial e da paisagem agrária na Mesorregião Centro-Ocidental Paranaense. In: IV ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, *Anais...* Campo Mourão/PR: Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão, 2009, p. 1-14.

YOKOO, E. N. *A dinâmica das frentes de ocupação territorial na mesorregião Centro Ocidental Paranaense*. 2013. 218f. Tese (Doutorado): Programa de Pós Graduação em Geografia- Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

ZACHAR, D. *Soil erosion*, In: *Developments in Soil Science*, Elsevier Scientific Publishing Company. Bratislava, Czechoslovakia, 1982, 547p.

## **APÊNDICE 1**

**FICHA DE CAMPO PARA INVENTÁRIO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSIOGRÁFICAS – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CLARO –PR**

Ponto nº \_\_\_\_\_ Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Base \_\_\_\_\_

Topográfica \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Toponímia: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Nome da  
 propriedade: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Coordenadas:**

Latitude	
Longitude	
Altitude	
Fotos	
Principais vias de acesso	

**Tipos de Vertentes:**

- Vertentes com perfis retilíneos a convexo  
 Vertentes com perfis retilíneos a côncavos  
 Interflúvios com topos extensos a aplainados

Outros: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Tipos de relevo:**

- Plano  Suave ondulado  Ondulado  Escarpado  Outro:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Tipos de Rochas:**

- Basalto  
 Arenito

**Tipos de solos:**

- Latossolo – textura média
- Latossolo – textura argilosa
- Argissolo Vermelho
- Nitossolo Vermelho
- Neossolo Litólico

Outros:

---



---



---

**Identificação do uso e ocupação da terra****Área de vegetação Natural**

- Floresta Estacional Semidecidual
- Floresta Estacional Semidecidual Aluvial
- Floresta Ombrófila Mista

Outros: \_\_\_\_\_

---



---

**Áreas Antrópicas Não Agrícolas**

- Área Urbanizada

**Áreas Antrópicas Agrícolas**

- Cultura: temporária ( \_\_\_\_\_ ) semiperenni ( \_\_\_\_\_ )
- Pastagem/Campestre
- Silvicultura (tipo: \_\_\_\_\_)

Outros: \_\_\_\_\_

---



---

**Hidrografia:**

- Rios  Córregos  Lagos  Nascentes

**Fenômenos Geodinâmicos**

- Feições erosivas:  Laminar  Sulcos  Ravinas  Voçoroca
- Assoreamento

Outros

---

---

**Posição das feições erosivas na vertente**

(\_\_\_) topo      (\_\_\_) 1/2      (\_\_\_) base