

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

RANIERE GARCIA PAIVA

ESTUDO DA PAISAGEM NO NORTE CENTRAL E NOROESTE
PARANAENSE: COMPARTIMENTAÇÃO E VULNERABILIDADE
AMBIENTAL

Maringá
2010

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

RANIERE GARCIA PAIVA

ESTUDO DA PAISAGEM NO NORTE CENTRAL E NOROESTE
PARANAENSE: COMPARTIMENTAÇÃO E VULNERABILIDADE
AMBIENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação (Mestrado em Geografia) Área de concentração: Análise Regional e Ambiental do Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Maringá como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Teresa de Nóbrega

Maringá
2010

**“ESTUDO DA PAISAGEM NO NORTE CENTRAL PARANAENSE:
COMPARTIMENTAÇÃO E VULNERABILIDADE AMBIENTAL”**

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

Aprovada em 12 de março de 2010.

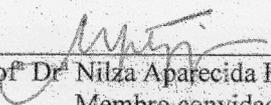
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Maria Teresa de Nobrega
Orientadora-presidente
Universidade Estadual de Maringá



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



Prof.ª Dr.ª Nilza Aparecida Freres Stipp
Membro convidado
Universidade Estadual de Londrina

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Municipal de São Miguel do Iguaçu – PR., Brasil)

PAIVA, Raniere Garcia
P149e Estudo da paisagem do norte central e noroeste paranaense:
compartimentação e vulnerabilidade ambiental / Raniere Garcia Paiva. --
Maringá, 2010.
127 f. : il. color., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de
Ciências Humanas, Letras e Artes – Programa de Pós-Graduação, 2010.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Teresa de Nóbrega

Bibliografia

1. Geomorfologia: Análise da paisagem. 2. Vulnerabilidade ambiental. I.
Título. II. Maringá-Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes.

CDD 910.021

Dedico esta pesquisa aos meus pais Rosenmager (*in memoriam*) e Célia Helena, que sempre me incentivaram a persistir pelos bons caminhos da vida. E à Júlia pelo grande carinho e amor, o tempo todo.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Hélio Silveira e Maria Teresa de Nóbrega, por toda orientação durante esses anos, que considero os mais culturais de minha vida, e sem o apoio destes, com certeza não ficaria na cidade de Maringá.

À Júlia, por me proporcionar toda a paz e felicidade, que ao meu lado o tempo todo me deu o tom de harmonia imprescindível, o amor.

A meu pai, por todo apoio, enquanto esteve vivo e presente em minha vida, sempre me incentivando aos estudos e a caminhar pelo lado certo.

À minha mãe por todo apoio, com carinho e paciência soube me dizer palavras exatas para me dar forças.

À professora Nilce (*in memoriam*), quem me ensinou a escrever e entender o que considero a melhor construção humana, os livros.

A todos os professores do Departamento de Geografia de Maringá, que fazem parte da minha formação, como professor de geografia, e como geógrafo.

À tia Ana, tia Eliane, tia Célia, tio Erson, tio Marim, e todos os familiares, por todo o apoio, que foi imprescindível para a minha estadia em Maringá.

Aos meus irmãos Diego, Douglas e Renne, e irmãs, Kelly e Marcela pelo apoio total.

A todos os meus amigos, que são muitos, por todo apoio e carinho ao longo da caminhada, estamos sempre juntos pela paz.

RESUMO

Esta pesquisa tem como recorte espacial um quadrante inserido nas mesorregiões geográficas Norte Central e Noroeste paranaense, onde se situa uma área de contato entre as litologias de basalto e arenito, da Formação Serra Geral e Formação Caiuá. Como metodologias foram adotadas a análise integrada da paisagem, baseados no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977). Os objetivos foram a compartimentação em unidades de paisagem, a aplicação de modelo de índice de vulnerabilidade ambiental e o levantamento da evolução do uso do solo (1972-2006). A evolução do uso do solo indica que a lavoura permanente foi reduzida em função do declínio do café, e em seu lugar foi introduzida a lavoura temporária, representada, em um primeiro momento, pela soja, milho e trigo, e posteriormente, na década de 1980, a cana-de-açúcar. A compartimentação resultou em 18 unidades de paisagem que representam a estrutura geocológica e a relação com o uso do solo. A aplicação do índice de vulnerabilidade ambiental demonstrou que cada conjunto de unidades tem graus diferenciados, sobretudo, na área, pelos temas de geomorfologia, geologia e solos.

Palavras-chave: Análise da paisagem. Vulnerabilidade Ambiental. Evolução do Uso do solo.

ABSTRACT

This research adopts the spatial area quadrant inserted into geographic regions: North Central and Northwest paranaense, which is an area of contact between the lithologies of basalt and sandstone of the Serra Geral and Caiuá Formation. Methodologies were adopted as the integrated analysis of the landscape, based on the concept of Ecodinâmica Tricart (1977). The objectives were to partition into landscape units, the application of model environmental vulnerability index and the survey of the evolution of land use (1972-2006). The evolution of land use indicates that the standing crop was reduced to reflect the decline of coffee, and in its place was introduced to seasonal crop, represented at first by soybeans, corn and wheat, and later in the 1980, the sugar cane. The subdivision resulted in 18 landscape units that represent the structure Geoecológica and the relationship with the land use. The application of environmental vulnerability index showed that each set of units have different degrees, especially in the area, the subjects of geomorphology, geology and soils.

Keywords: Analysis of the landscape. Environmental Vulnerability. Evolution of Land Use.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA	12
1.1 Estudos de paisagem, vulnerabilidade natural e ambiental	12
1.2 O uso do Geoprocessamento e SIG para estudos ambientais	15
1.3 Materiais e Processos de Operacionalização	16
2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	19
2.1 Localização	19
2.2 Relevo Regional e Local	19
2.3 Planalto de Campo Mourão	21
2.4 Planalto de Paranavaí	23
2.5 Planalto de Umuarama	24
2.6 Planícies Fluviais	24
2.7 Planalto de Apucarana	24
2.8 O Substrato geológico	28
2.9 A cobertura pedológica	30
2.10 O clima	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 Materiais	33
3.1.1 Levantamentos de dados da internet	33
3.1.2 Dados socioeconômicos	34
3.1.3 Dados climatológicos	34
3.2 Métodos	34
3.2.1 Técnicas e procedimentos metodológicos	35
3.2.2 Mapas de uso do solo	37
3.2.3 Mapa hipsométrico	39
3.2.4 Mapa Clinográfico	39
3.2.5 Drenagem	39
3.2.6 Mapa de solos	40
3.2.7 Mapa geológico	40
3.2.8 Mapa geomorfológico	40
3.2.9 Perfis topográficos	41
3.2.10 Mapa de intensidade pluviométrica	41
3.2.11 Mapa de Vulnerabilidade Ambiental	45
3.2.11.1 Geologia	47
3.2.11.2 Pedologia	47
3.2.11.3 Geomorfologia	48
3.2.11.4 Uso do solo	49
3.2.11.5 Clima	49
4. CARACTERÍSTICAS SOCIECONÔMICAS E EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO	51
4.1 Características Socioeconômicas	51
4.2 Colonização	51
4.3 A modernização Agrícola e suas consequências	53
4.4 População e economia atual	55
4.5 Evolução do Uso das Terras	58
4.5.1 Mesorregiões Norte Central e Noroeste Paranaense	58
4.5.2 Microrregião de Florai	60

4.5.3 Microrregião de Cianorte	62
4.5.4 Microrregião de Paranavaí	66
4.5.5 Microrregião de Maringá	71
4.5.6 Município de Maringá	71
4.5.7 Município de Paiçandu	74
4.5.8 Microrregião de Astorga	75
4.6 Evolução do uso do solo (1972 – 2006) – mapeamento	76
4.6.1 Principais fatores e impactos da expansão da cana-de-açúcar	82
5. COMPARTIMENTAÇÃO DA PAISAGEM NA ÁREA DE ESTUDO	87
5.1 Unidades 3 e 10	87
5.2 Unidades 2 e 4	93
5.3 Unidade 5	93
5.4 Unidades 6, 8 e 11	96
5.5 Unidades 7 e 9	98
5.6 Unidades 10 e 13	100
5.7 Unidades 12 e 15	100
5.8 Unidades 12 e 16	103
5.9 Unidades 17 e 18	103
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
REFERÊNCIAS	123

INTRODUÇÃO

A principal solução apresentada para um dos problemas da fome após a Segunda Guerra Mundial, nos anos setenta foi a chamada Revolução Verde, que através de técnicas modernas aumentou a produção de alimentos. Concomitante ao aumento da produção veio os problemas ambientais, causando declínio da produtividade local e regional, impacto nos solos e na água, diminuição da biodiversidade e possíveis mudanças climáticas regionais (ALTIERI, 1992).

Esses problemas ambientais se ampliaram aliados à evolução das técnicas aplicadas na agropecuária, sem que práticas efetivas de preservação/conservação do meio fossem efetivamente testadas e aplicadas.

Segundo Serra (2001), no Norte do Paraná a dita Revolução Verde ocorreu efetivamente na década de 1970, se consolidando na década de 1980.

Nesta ocupação do Norte Central e Noroeste paranaense, onde há uma grande área recoberta por solos de textura média à arenosa, houve o desenvolvimento de sérios processos erosivos lineares, testemunhados pelas voçorocas nas periferias das áreas urbanas, e também, nas áreas rurais. Igualmente importante, mas com menor impacto visual, a exposição dos solos à atividade da água e ao escoamento superficial provocou e provoca perdas de grandes volumes de solos pelo escoamento hídrico difuso (PRADO; NÓBREGA, 2005).

A paisagem tem oferecido suporte e condições para toda a produção agropecuária paranaense exaustivamente desde a primeira ocupação em que a Floresta foi retirada para se plantar café e pastagens.

Esta pesquisa está dentro do Grupo de Estudos de Paisagem e Desenvolvimento Rural, com o projeto intitulado: “*O sistema rural e a paisagem nas zonas de contato arenito/basalto na região noroeste do Paraná: estrutura e dinâmica*”. Este projeto tem como principal objetivo desenvolver estudos desenvolvidos que se fundamentam no reconhecimento da estrutura geocológica da paisagem, sua dinâmica e as interrelações com a estrutura socioeconômica, em particular com os aspectos relativos à organização pioneira e as transformações recentes no espaço agrário. Esses estudos possibilitam o diagnóstico e a previsão de impactos ambientais; a avaliação da adequação e sugestões de uso e manejo das áreas; a determinação das potencialidades da paisagem (capacidade

de suporte de atividades), fornecendo subsídios para o desenvolvimento rural, para a gestão do ambiente e o planejamento territorial.

Contudo, esta pesquisa teve como objetivos específicos compartimentar e caracterizar as diferentes unidades de paisagens face às estruturas geológicas; reconhecer a evolução do uso do solo e determinar a vulnerabilidade ambiental.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

Este estudo se propõe a estudar a vulnerabilidade natural, sobretudo com relação a erosão dos solos, fundamentada no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), por meio da metodologia de aplicação em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) proposta por Crepani et al (2001).

A fundamentação teórico-metodológica deste trabalho se baseia na Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1968), no geossistema proposto por Sotchava (1973 apud Monteiro, 2000) e apresentado por Beroutchachvili e Bertrand (1978).

1.1 Estudos de paisagem, vulnerabilidade natural e ambiental

Os estudos de paisagem que contemplam a compartimentação e análise, e que de certa forma, classificam em unidades de vulnerabilidade natural, têm sido constantemente aplicados em várias áreas e com diferentes objetivos. Diversas ciências, tais como a ecologia, geologia, geografia e ainda os mais variados ramos das engenharias aplicam métodos de estudos de vulnerabilidade, visando o estudo integrado dos elementos que compõem a paisagem.

Como unidade de análise espacial deste estudo foi adotada, pela metodologia de Crepani (2001), as Unidades Territoriais Básicas (UTB's), que são determinadas por interpretação visual de imagens orbitais. Estas unidades são apoiadas em estudos de paisagem aplicados desde a década de 1970.

Monteiro (2000) ao trabalhar com unidades de paisagem insere o modelo de geossistema, onde os elementos naturais que o compõe são utilizados para a divisão de um espaço geográfico em compartimentos. Afirma ainda que ao fazer o estudo de unidades de paisagem, faz-se necessária a correlação dos dados obtidos com as informações fornecidas do meio natural, que são apropriadas pela ação do homem.

Sobre as unidades de paisagem, Bertrand (1971) ressalta que elas não podem apresentar categorias pré-estabelecidas, tampouco um limite definido considerado como diagnóstico final, este deve se aproximar da realidade geográfica, com aproximações do meio. Ainda sobre a compartimentação em unidades, o autor destaca que as representações devem conter um inventário geográfico, relativamente detalhado, e a

análise precisa de um detalhamento, mesmo que estes elementos da paisagem não sejam figurados nos mapas.

Tricart (1977), por sua vez, afirma que ao se caracterizar uma unidade ecodinâmica, ou unidade de paisagem, utiliza-se o estudo do clima, da topografia, do material rochoso, que definem padrões morfodinâmicos. Seguindo a mesma linha, Ross (2006) ressalta que as análises de compartimentação da paisagem devem contemplar informações multitemáticas, que contenham textos e mapas com informações integradas desta identificação.

Estes pressupostos apontados pelo conceito de Ecodinâmica são fundamentados nos princípios das relações entre morfogênese e pedogênese. Sobre esta relação Tricart (1965), afirma que para se entender suas dinâmicas, é necessário se atentar ao intemperismo, avançando a análise para o entendimento não somente das formas, mas também, sobre os seus processos. No Brasil, Queiroz Neto (2000), salienta que os processos geoquímicos são essenciais para a formação do relevo, pois estão diretamente ligados à incisão dos vales e recuos das vertentes.

Os levantamentos de dados acerca da área de estudo são fundamentais para analisar as vulnerabilidades ambientais, é necessário que estes contenham dados de seus atributos físicos, como clima, geologia, relevo, solos, rede de drenagem, vegetação, com a garantia de relacionar tais dados de modo equilibrado, sem que um sobressaia sobre o outro, assim, o diagnóstico das reais condições ambientais de uma determinada área pode apresentar uma maior aproximação em relação ao estado real (GUERRA, 2007).

Diversas propostas metodológicas discutem as etapas, materiais e informações a serem representadas como resultado de análise da paisagem, dentre elas podemos destacar os seguintes trabalhos: Bertrand (1971); Bólos (1992); Monteiro (2000); Christofolletti e Teixeira (2000); Buche (2003); Andrade (2005); Sala (2005); Manosso (2005); Moresco (2007); Spörl (2004); Kawakubo et al (2005) que buscam combinações entre os métodos para desenvolver análises de estudos da paisagem e vulnerabilidade.

As pesquisas quase sempre têm por objetivo analisar os danos, ou riscos, da ocupação humana em relação ao meio natural, ou mesmo áreas com interferências.

Como sinônimo do conceito de vulnerabilidade ambiental podemos adotar, também, o conceito de riscos ambientais, sendo este definido por Veyret (2007), como o resultado da associação entre riscos naturais e os riscos agravados pela atividade humana e ocupação do território.

O crescimento econômico aliado à desconsideração dos mecanismos de controle tem trazido um desequilíbrio dos recursos naturais e do meio, surgindo, portanto, a necessidade de planificar o território a fim de organizar a utilização da terra conforme as suas potencialidades (GUERRA, 2007).

Os estudos de vulnerabilidades, para que se torne de cunho geográfico, devem contemplar levantamentos de caráter socioeconômico. Estes levantamentos podem refletir os diversos usos da terra e seus impactos durante a ocupação do território estudado.

Sobre esta temática, Ross (2006), explica que a identificação de espaços territoriais, seja como unidade de paisagens, como unidades de terras ou como unidades ambientais, devem ser correlacionadas com informações integradas para que haja um entendimento das fragilidades potenciais e emergentes, bem como das potencialidades naturais e sociais.

Sobre estes impactos, Tricart (1977), sugere que a identificação das modificações e intervenções na estrutura geoecológica, ou nos ecossistemas, pode ser feitas através da utilização do instrumento lógico dos sistemas, e adverte que o pensamento científico é viciado pelo excesso unilateral de análise. O autor afirma que a metodologia proposta em seu livro é de uso necessário para que a análise ambiental evite erros de interpretações sobre as interações do mundo contemporâneo.

Atualmente, estudos de vulnerabilidade natural e ambiental tem sido aplicado em áreas onde a ocupação ora foi de maneira exaustiva às potencialidade naturais, ou ora erros de implantações foram cometidos em decorrência das pressões econômicas.

As aplicações podem ter pesos relativos à importância do terreno, dependendo da evolução do relevo e solos, as variáveis podem ser direcionadas conforme necessário.

Em sua pesquisa, Kawakubo et al (2005), afirmam que o mapa de fragilidade ambiental contém subsídios para avaliar o ambiente de forma integrada à vulnerabilidade natural, determinando os graus de proteção que o uso e cobertura vegetal exercem sobre o solo. Ainda para esse autor, a erodibilidade do solo corresponde à vulnerabilidade do solo à erosão, tendo influência em seus atributos físicos e químicos, o que podem explicar o grau de erosão de cada solo, em uma mesma condição de ambiente.

Costa et al (2006), afirmam que para se obter a operacionalização do uso e ocupação do solo de uma região, é preciso conhecer as características ambientais e as

pressões antrópicas impostas. Os autores ressaltam que o objetivo dos mapas de vulnerabilidade é estabelecer limites dos riscos da área de estudo e um prognóstico de ocupação atual e futura.

Por tudo isso, faz-se necessário um pré-levantamento das variáveis a serem estudadas. Os fatores climáticos, geologia, relevo, uso do solo, devem ser levantados e sistematizados previamente às etapas de correlação da pesquisa, pois para que haja uma interpretação integral da área de estudos estes temas têm de ser entendidos individualmente, e também, relacionados, mesmo que num primeiro momento, de forma visual.

1.2 O uso do Geoprocessamento e SIG para estudos ambientais

Os estudos de vulnerabilidades, além de utilizar a lógica da Teoria dos Sistemas, também se baseiam em técnicas de sobreposição de *layers*, que posteriormente foram aliadas aos sistemas computacionais, mais especificamente aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que integram e correlacionam dados geográficos, tendo como resultado uma representação em tabelas, mapas e gráficos.

A aplicação do SIG em estudos de planejamento ambiental e/ou da paisagem tem uma longa tradição. Já nos anos de 1960, na Alemanha, utilizava-se para a sobreposição de camadas (*layers*). Instituições de pesquisa, administradores ambientais e agências de proteção ambiental apoiaram seus trabalhos com base nos SIG. Em 1969, em Redlands, na Califórnia, Jack Dangermond desenvolveu a base da marca ESRI®, que desenvolveu diversos *softwares* baseados na tecnologia de SIG para computadores pessoais e de interface intuitiva, e atualmente desenvolve o ArcGIS 9, *software-GIS* mais vendido do comércio (LANG & BLASCHKE, 2009).

Fitz (2008) ressalta que as novas tecnologias ligadas às geociências e ciências correlatas, representam avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, tanto para ações de planejamento, como processos de gestão, manejo e outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico. Portanto, para os estudos do meio, o geoprocessamento é indispensável como ferramenta no suporte das análises de materiais cartográficos e de sensoriamento remoto. O mesmo autor afirma ainda que “*a inserção de profissionais de diferentes áreas do conhecimento, com destaque para o geógrafo, torna-se essencial para um bom resultado dos trabalhos desenvolvidos*”.

Ainda sobre o tema, o autor (op. cit.) salienta que a ciência Geográfica possui pressupostos metodológicos que se adaptam às técnicas de sobreposição para análises de cunho espacial, por meio de mapas temáticos diversos. Estes são convertidos em PI's (Planos de Informações) ou *layers* e, quando sobrepostos, derivam um novo produto com o cruzamento destes dados.

O geoprocessamento apoia os estudos de vulnerabilidade em todas as suas etapas operacionais, sobretudo, na correlação dos dados, onde cada tema é somado, e depois se aplicam os pesos, ou não, dependendo da escolha de equações pelo usuário. Nos diversos estudos levantados para esta pesquisa, cada autor aplica os procedimentos de forma a atingir um melhor nível de correlação com a área de estudo.

1.3 Materiais e Processos de Operacionalização

No processo de operacionalização dos dados e mapas as concepções de divisão e delimitação do espaço devem ser atentadas. Os materiais que fazem parte deste processo devem ser analisados um a um, assim como a sua fonte de elaboração. Os métodos de análise e classificação de imagens de satélite, radar, e mapas obtidos por meio de *scanner* ou *web* devem ser catalogados, junto aos materiais. Todo o potencial do geoprocessamento e sensoriamento remoto são bem aceitos para o estudo, entretanto, deve-se estabelecer os critérios de decisões, obedecendo às teorias de aquisição e tratamento de cada um destes materiais.

A escala é um dos fatores cartográficos a serem decididos pelo levantamento dos dados, tendo como pressuposto que para a ciência cartográfica, o conceito de escala é o resultado da razão entre semelhança do mundo real e sua representação. De forma analógica este conceito se torna simples, pois é tangível e pode se constatar facilmente com uma régua. Para o formato digital, este conceito se torna mais complexo, visto que nestes produtos as escalas nem sempre estão disponíveis para consulta, por não dependerem dele (QUATTROCHI & GOODCHILD, 1992).

Para trabalhos que envolvem os levantamentos e mapeamentos e tenham como produto final os mapas, a escala deve ser estabelecida de acordo com o destino final quanto à precisão destes produtos e o tipo de impressão gráfica disponível (FITZ, 2008). Ainda sobre a questão da escala, o mesmo autor ressalta que ao se trabalhar com o

arquivo digital, o operador tem de ter cuidado, pois a realidade na tela não condiz necessariamente com a origem das informações.

O SIG utiliza como base os dados/mapas advindos de formatos digitais, portanto, estes são armazenados em formas de arquivo, tendo outras unidades de referência de obtenção, as resoluções. O conceito de resolução segundo Goodchild (1991) é definido como o “*menor objeto ou feição que pode ser distinta em um conjunto de dados*”. Esta conotação de limite (menor) pode ser associada ao erro gráfico, e assim obter uma aproximação com a escala de mapas.

Segundo Fitz (2008), “*o erro gráfico pode ser definido como o aparente deslocamento existente entre a posição real teórica de um objeto e a sua posição final no mapa*”. O autor afirma que o erro aceitável é entre 0,1mm e 0,3mm, estabelecendo a seguinte equação para o erro gráfico:

$$\epsilon = e . N$$

Em que:

ϵ - erro gráfico, em metros

e – erro correspondente no terreno, em metros

N – denominador da escala ($E = 1/N$)

As imagens do satélite LANDSAT-TM, que possuem 30 metros de resolução espacial quando são submetidas ao erro gráfico de 0,16mm, obtém uma escala numérica de 1:100.000. Para as imagens de radar de 90m esta escala numérica, com o mesmo erro, resulta em uma escala de 1:300.000. Portanto, são menores as possibilidades de correlações entre estes materiais.

As imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) obtidas pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) do governo dos E.U.A estão disponíveis para América Latina, na resolução de 90m, entretanto, o INPE (*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*) realizou um tratamento de ganho de resolução, através de modelagem espacial, pelo método de *kriagem* para 30m, de todas as imagens disponíveis para o Brasil. Este projeto foi intitulado como “Modelagem de dados topográficos SRTM”, e disponibilizado pelo nome de TOPODATA (VALERIANO, 2008).

As imagens SRTM quando submetidas à equação apresentada por Fitz (2008), com um erro gráfico de 0,16mm, atingem uma escala numérica de 1:300.000.

Entretanto, em um estudo de obtenção do PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) realizado na bacia do Rio Paraguai, no estado de MS por Higa et al (2006), apontou que os dados SRTM podem ser utilizados em escalas de 1:30.000, com nível de confiança de 95%, com parâmetro de carta topográfica de classe A. Estes parâmetros são representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC (Brasil 1984 e 2005) para altimetria.

Classe A			
ESCALA	EQÜIDISTÂNCIA (m)	PEC (Eq.)	PEC (m)
1: 25.000	10	½	5.00
1: 30.000	12	½	6.00
1: 50.000	20	½	10.00
1: 100.000	50	½	25.00
1: 250.000	100	½	50.00
1: 1.000.000	100	½	50.00

FONTE: Higa et al (2006).

Ainda sobre os dados de radar SRTM, Le Toan (1992 apud Valeriano, 2008) afirma que as condições de variações naturais da cobertura vegetal, tais como arquitetura, status hídrico e biomassa, podem provocar o efeito dossel. Este efeito altera a topografia do terreno, entendendo o dossel das árvores como o topo do terreno.

A variável relevo tem um peso relevante para a metodologia adotada, e ainda serve de base para adaptação dos mapas de solos, geologia, e geomorfologia. Tendo como fundamentação, os parâmetros apresentados neste capítulo, esta pesquisa foi baseada na escala de 1:100.000. Estes procedimentos de adaptações são apresentados no Item 4.

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização

A área de estudo se situa no Norte Central e Noroeste do Estado do Paraná. A sua delimitação é um quadrante entre as coordenadas 52°01'46" e 52°50'59" de longitude oeste, e 23°01'22" e 23°32'53" de latitude sul. Este polígono está inciso em uma porção do médio vale da bacia do Rio Ivaí e uma porção menor na bacia do Rio Pirapó.

A grandeza da superfície é de aproximadamente 4.843 km², abrangendo terras dos municípios de: Amaporã, Atalaia, Cianorte, Cidade Gaúcha, Cruzeiro do Sul, doutor Camargo, Floraí*(**), Floresta, Guairaça, Guaporema, Indianópolis, Uvatuba, Japurá**, Jussara, Lobato, Mandaguaçu, Maringá, Mirador, Nova Aliança do Ivaí**, Nova Esperança**, Ourizona, Paiçandu, Paranavaí, Paraíso do Norte**, Planaltina do Paraná, Presidente Castelo Branco**, Rondon, São Carlos do Ivaí*(**), São Jorge do Ivaí, São Manoel do Paraná**, São Tomé, Tamboara** e Uniflor (Figura 1).

2.2 Relevo Regional e Local

A área de estudo ocupa um setor do Terceiro Planalto Paranaense, mais particularmente, no bloco do Planalto de Apucarana (MAACK, 1981), tendo como substrato as rochas oriundas dos derrames de lavas que compõem a Formação Serra Geral, e recobertas em parte pelos arenitos da Formação Caiuá, sendo esta área de contato geológica, o objeto de estudo do projeto maior.

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Paraná (MINEROPAR, 2006), a área encontra-se em uma zona de contato entre duas unidades morfoestruturais e morfoesculturais distintas:

* Municípios pertencentes ao projeto de pesquisa: “O sistema rural e a paisagem nas zonas de contato arenito/basalto na região noroeste do Parana: estrutura e dinâmica”.

** Municípios com o território total na quadrícula de estudo.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

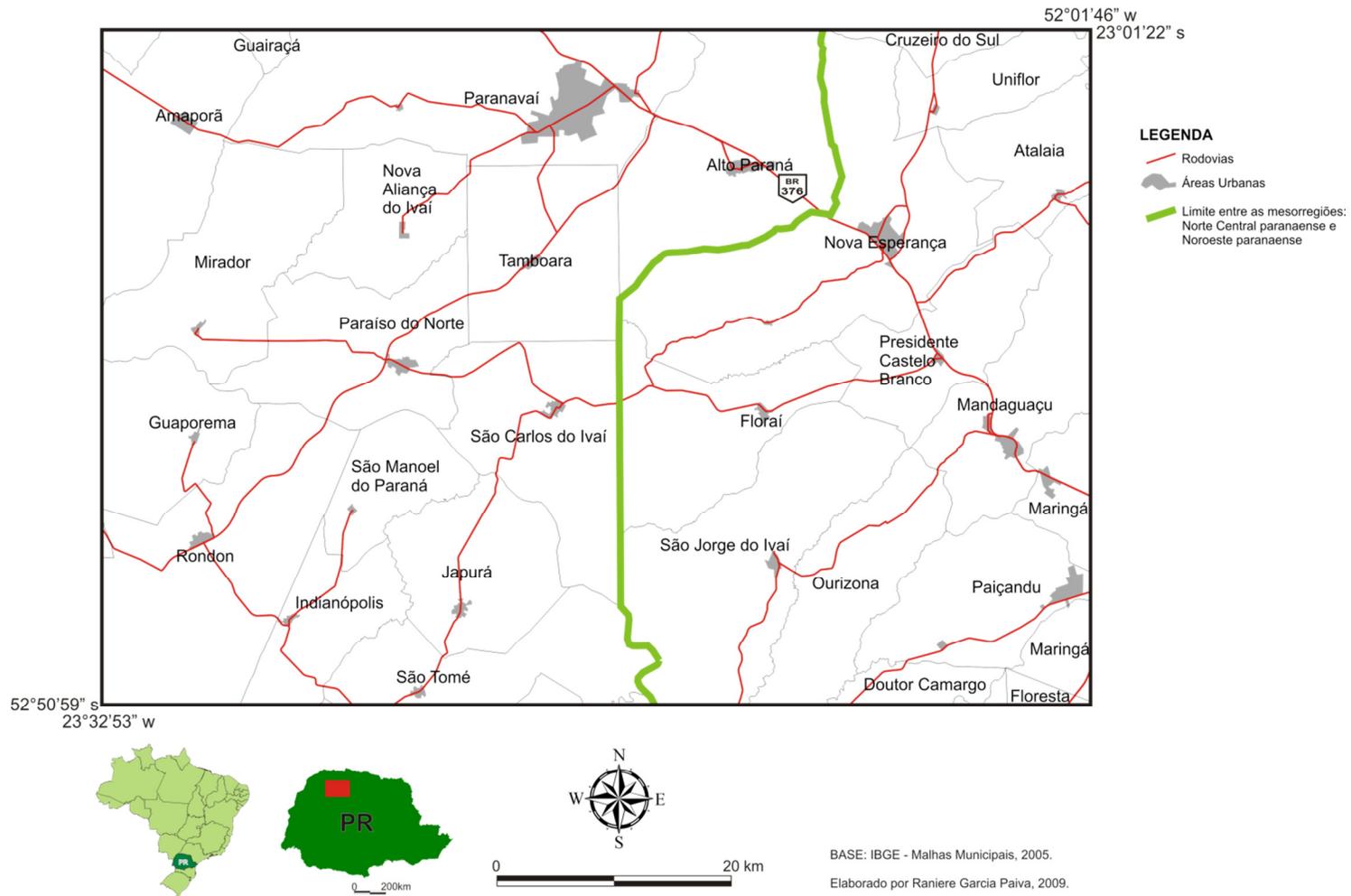


Figura 1 – Localização da Área de Estudo.

- a unidade morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, e unidade estrutural Terceiro Planalto Paranaense, contendo as subunidades morfoesculturais do Planalto de Campo Mourão, Planalto de Umuarama, Planalto de Paranaíba e Planalto de Apucarana, sendo este último uma pequena área no setor sudeste da quadrícula; e;
 - as unidades morfoesculturais Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas, e unidade estrutural Planícies, que contém a subunidade, Planícies Fluviais.
- A distribuição destas subunidades morfoesculturais apresentadas acima, e melhor descritas abaixo, podem ser observadas na Figura 3.

2.3 Planalto de Campo Mourão

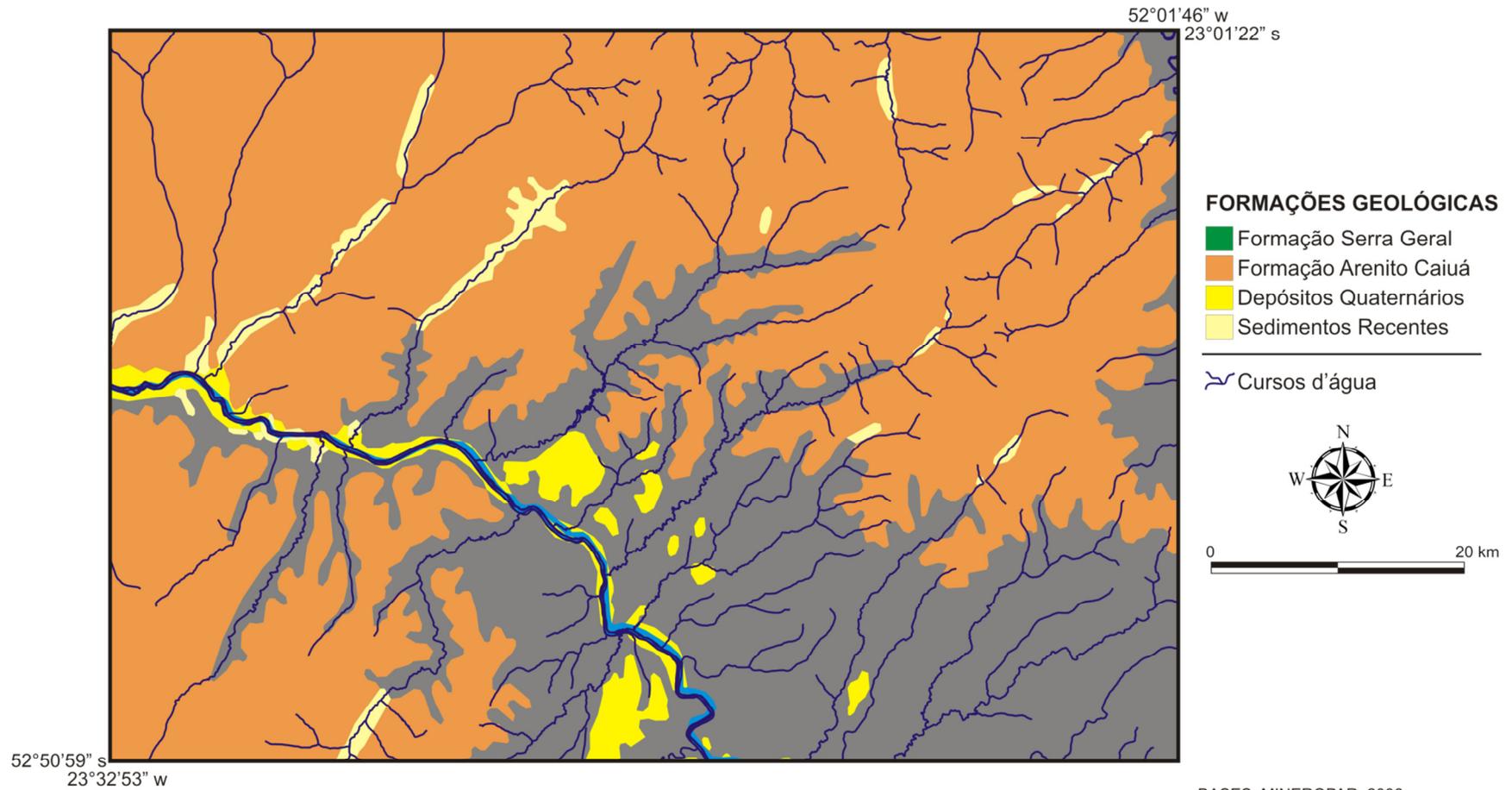
Esta subunidade estrutural apresenta dissecação baixa (MINEROPAR, 2006).

A classe de declividades que predomina é a de menor que 6%. O relevo é caracterizado pela cota máxima de 615m, e a mínima de 250m, portanto, uma amplitude altimétrica de 365m no quadrante recortado. As formas de terreno predominantes são topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha, modeladas, em sua maioria, na Formação Serra Geral (Figura 2). Em pontos deste compartimento aparecem formas mais acentuadas, de mais de 6% de declividade, que se assemelham à subunidade do Planalto de Apucarana em formas de cocurutos (Figura 4).



Figura 2 – Vertentes retilíneas, com topos aplainados – São Carlos do Ivaí – PR.

MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO



BASES: MINEROPAR, 2006;
NASA - SRTM, 2000.

Elaborado por Raniere Garcia Paiva, 2009.

Figura 3 – Mapa geomorfológico da área de estudo, com base no mapa da Mineropar (2006).



Figura 4 – Cocurutos apresentando vertentes mais acentuadas.

2.4 Planalto de Paranavaí

Esta subunidade, assim como a anterior, também apresenta dissecação baixa (MINEROPAR, 2006).

A classe de declividade que predomina é a menor que 6%. A amplitude altimétrica no quadrante é de 308m, sendo a menor cota de 247 e a maior 555 metros em relação ao nível do mar. As formas de relevo que predominam são topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” aberto, modeladas na Formação Serra Geral (Figura 5).



Figura 5 – Relevo plano predomina no planalto de Paranavaí (Terra Rica).

2.5 Planalto de Umuarama

A subunidade estrutural Planalto de Umuarama possui dissecação média (MINEROPAR, 2006).

As classes de declividades predominantes são as menores que 6%, e de 6 a 12%. Em relação à amplitude altimétrica na área de estudo, apresenta um gradiente de 335 metros com altitudes variando entre 250 a 585 metros em relação ao nível do mar. As formas mais predominantes são os topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em “V”, com rochas da Formação Caiuá (Figura 6).



Figura 6 – Vertentes convexas e vales em V no município de Tamboara.

2.6 Planícies Fluviais

Esta subunidade estrutural é denominada Planícies Fluviais, e apresenta sedimentos inconsolidados do período Quaternário (MINEROPAR, 2006).

Sua declividade está entre 0 a 3 %, que ocupam uma área de 42 km². A amplitude altimétrica na área de estudo é de 45 metros. Sua dissecação é baixa, a maior cota de altitude é de 290m, e a menor de 245 metros em relação ao nível do mar.

2.7 Planalto de Apucarana

A subunidade estrutural denominada de Planalto de Apucarana apresenta dissecação alta (MINEROPAR, 2006) (Figura 7).

Esta subunidade ocupa uma pequena porção da área de estudo, localizada à sudeste, com uma área de aproximadamente 78 km². Sua amplitude altimétrica na área de estudo é de 204 metros, com declividades predominantes de 6 a 12%. A cota máxima é de 527m e a mínima de 323 metros acima do nível do mar. As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”, modelada em rochas da Formação Serra Geral (Figura 8).



Figura 7 – Vales com dissecação Alta no município de Paiçandu.



Figura 8 – Vertentes convexas com vales em V no município de Maringá.

Os fatores condicionantes para a compartimentação geomorfológica, hipsometria e declividade são apresentados respectivamente, nas Figuras 9 e 10.

MAPA HIPSOMÉTRICO DA ÁREA DE ESTUDO

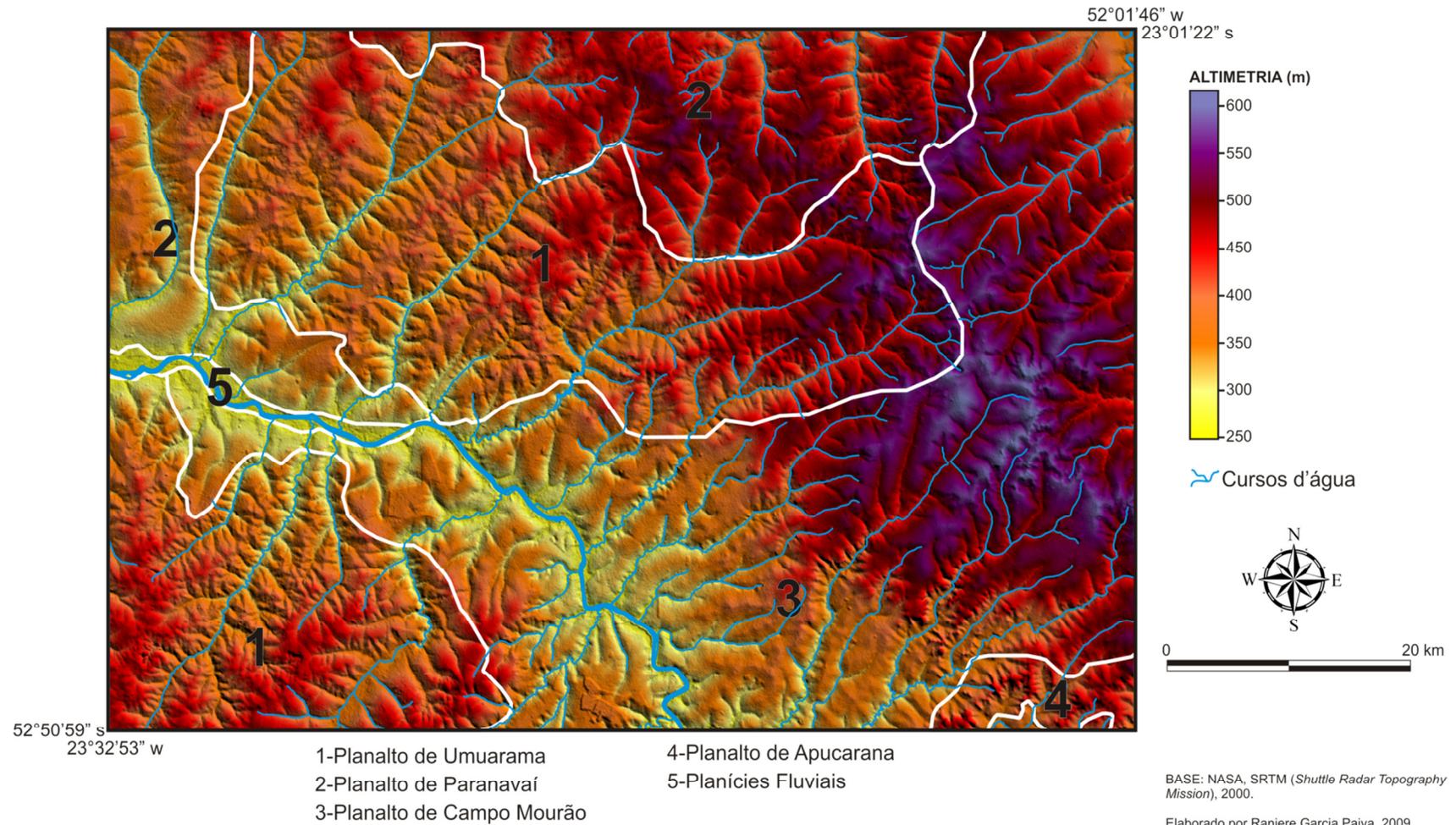
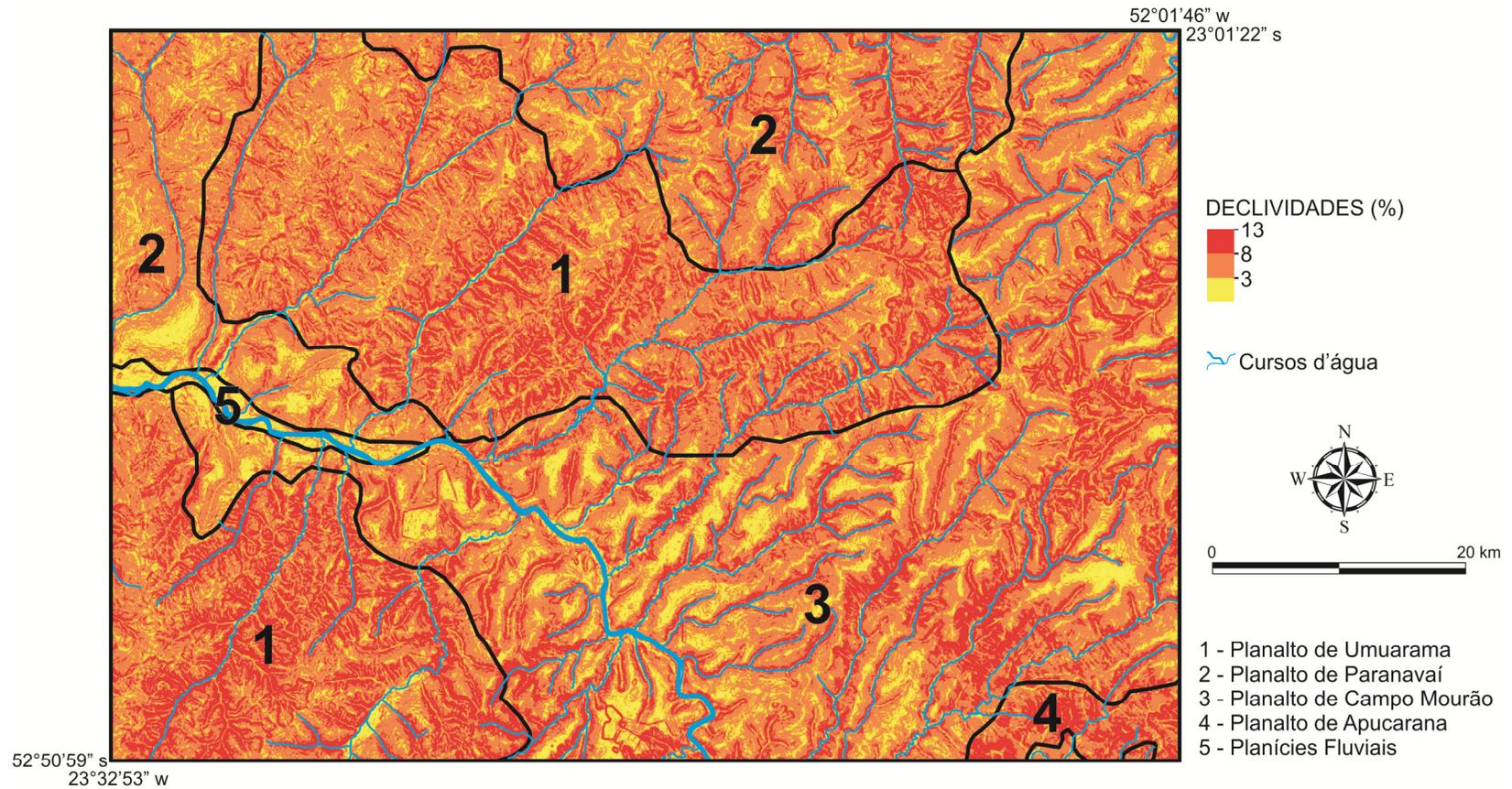


Figura 9 – Mapa Hipsométrico da área de estudo.

MAPA CLINOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO



BASES: MINEROPAR, 2006;
NASA - SRTM, 2000.

Elaborado por Raniere Garcia Paiva, 2009.

Figura 10 – Mapa de declividades da área de estudo.

2.8 O Substrato geológico

Na região da área de estudo o substrato geológico é constituído por rochas formadas predominante no período Cretáceo inferior até ao Quaternário.

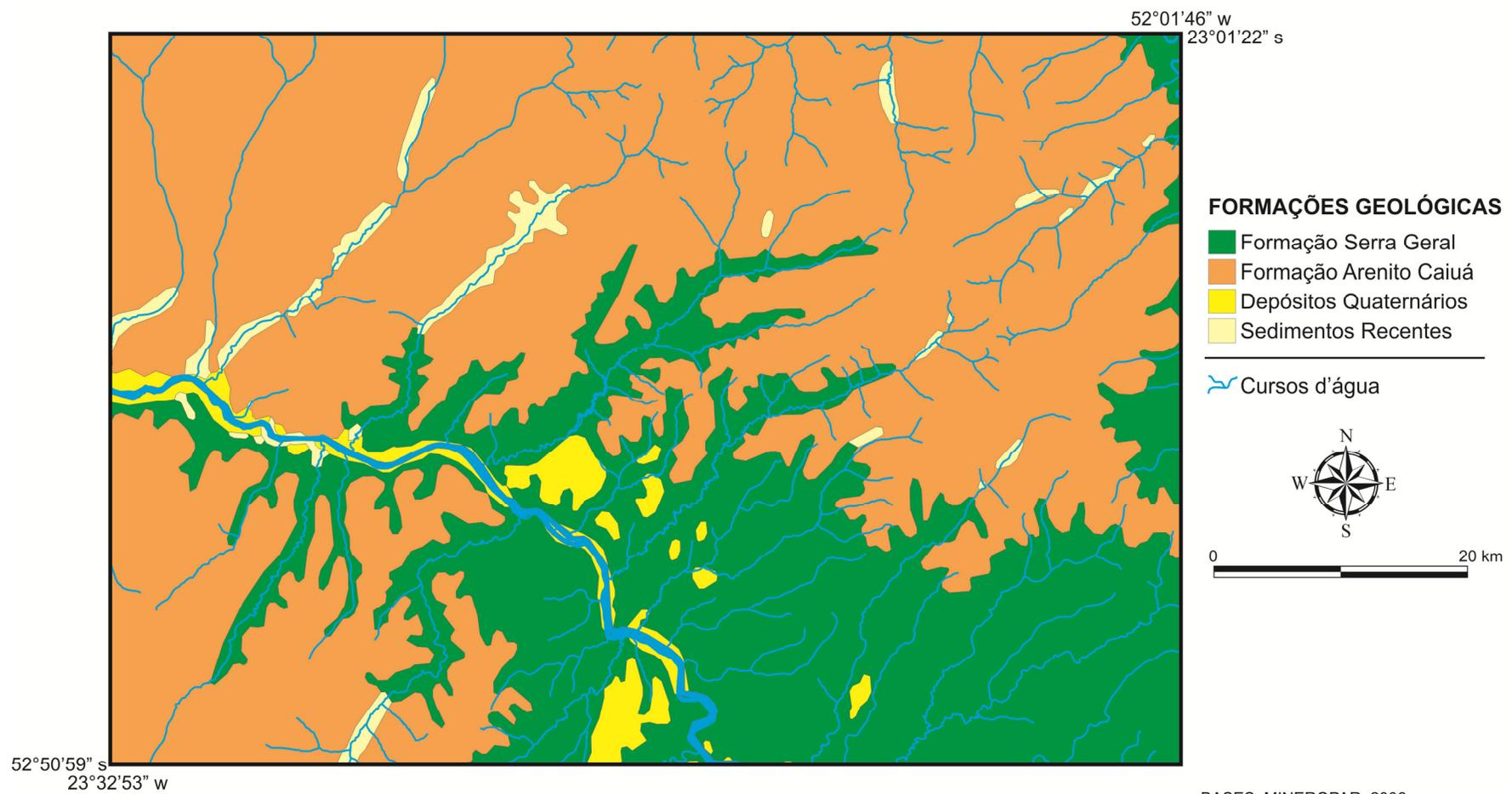
As litologias encontradas na área de estudo estão representadas na Figura 11, classificadas e descritas abaixo, segundo Mineropar (2004):

- rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, Grupo São Bento, que são rochas efusivas básicas toleíticas, com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos cinzentos a pretos, raramente andesitos, e intercalações de arenitos finos. Estes derrames de vulcanismo são de fissura continental que ocorreram durante o Mesozóico. Na área de pesquisa aparecem nas porções mais baixas, próximas ao rio Ivaí e nos fundos de vales nos setores mais elevados;

- arenitos finos a médios da Formação Caiuá, arroxeados com estratificação cruzada de grande porte. Icnofóssil: répteis (Therapodal). Depósitos de deserto (eólicos e fluviais) depositados durante o Cretáceo. Os arenitos ocorrem em todo o setor norte e leste da área, correspondendo aos setores altimetricamente mais elevados, projetando-se em direção a sudoeste, acompanhando os topos dos esporões do interflúvio principal que gradualmente perdem altitude nessa direção;

- depósitos Quaternários em rampas e espigões, de natureza arenosa a areno-argilosa, depositadas durante o Cenozóico. Esses depósitos aparecem na área sobre as rochas vulcânicas, de forma descontínua e associados a topos aplanados e baixos, mais próximos às margens do rio Ivaí. Na área de ocorrência do Arenito Caiuá, quando ocorrem, localizam-se mais freqüentemente junto aos eixos de drenagem (fundo de vale), são classificados com Formação Depósitos Quaternários, e Formação Sedimentos Recentes.

MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO



BASES: MINEROPAR, 2006;
NASA - SRTM, 2000.

Elaborado por Raniere Garcia Paiva, 2009.

Figura 11 – Mapa Geológico da área de estudo.

2.9 A cobertura pedológica

A cobertura pedológica da área de estudo é de fundamental importância para o estudo da vulnerabilidade natural, pois os solos, mesmo que oriundos de uma mesma rocha podem apresentar características diferenciadas em face da erosão. Por outro lado, o mesmo tipo de solo, mas derivado de rochas distintas (como no caso arenito e basalto), apesar de terem sido submetidos aos mesmos processos podem apresentar características texturais e mineralógicas diferenciadas capazes de inferir na sua vulnerabilidade aos processos erosivos: as rochas sedimentares areníticas dão origem, quando intemperizadas, a solos mais arenosos, assim como as rochas vulcânicas dão origem a solos mais argilosos.

Na Tabela 2 cada classe de solo, em grande grupo, é descrita, segundo Embrapa (2006), para que se entenda que além de variações de ordem física, existem também, as derivações das características químicas de cada um deles.

Tabela 2 – Tabela de características das classes de solos da área de estudo.

Nome do solo	SIGLA	Características
LATOSSOLO VERMELHO Distroférico	LVdf	Solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) de 18% a < 36% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico	LVef	Solos com saturação por bases alta ($V > 50\%$) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) de 18% a < 36% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	LVd	Solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico	LVe	Solos com saturação por bases baixa ($V > 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico	PVd	Solos distróficos (saturação por bases < 50%), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico	PVe	Possui saturação por bases maior, igual a 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA)
NITOSSOLO VERMELHO Distroférico	NVdf	Solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) de 15% a < 36% na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).
NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico	NVef	Solos com saturação por bases alta (V maior, igual a 50%) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) de 15% a < 36% na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Continuação da Tabela 2.

Nome do solo	SIGLA	Características
NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distróficos	RYbd	Solos derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas, sem relação Pedogenética entre si.
NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico	RRe	Solos com horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr; admite horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura, e apresenta contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm, apresentando 4% ou mais de minerais primários alteráveis na fração areia em algum horizonte dentro de 200 cm a partir da superfície; e/ou 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr, dentro de 200 cm de profundidade.
GLEISSOLO HÁPLICO	GX	Solos minerais, hidromórficos, apresentando horizontes A (mineral) ou H (orgânico), seguido do horizonte Eg. O horizonte glei que pode começar a 40 cm da superfície. Podem apresentar tanto argila de baixa atividade, quanto de alta atividade, são solos pobres ou ricos em bases ou com teores de alumínio elevado.

FONTE: EMBRAPA SOLOS (2006).
Organizado por Raniere Garcia Paiva.

A espacialização dos solos descritos acima pode ser melhor visualizada no mapa de Solos da área de estudo, apresentado como Figura 12.

2.10 O clima

Domina na região o clima de tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico, que apresenta verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média dos meses mais quentes é superior a 22°C e dos meses mais frios é superior a 18°C. A pluviosidade média anual é de 1.500mm e os meses mais chuvosos são outubro, novembro, dezembro e janeiro, enquanto que julho e agosto são os meses mais secos (KÖPPEN,1995).

Em um estudo de escala de análise mais detalhada para a região noroeste do Paraná, Roseghini et al (2001) indicam a existência de um período chuvoso (dezembro, janeiro, fevereiro), cujas médias mensais variam entre 175 e 240 mm, e de um período seco (junho, julho e agosto) com médias em torno de 75 mm mensais.

MAPA DE SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO

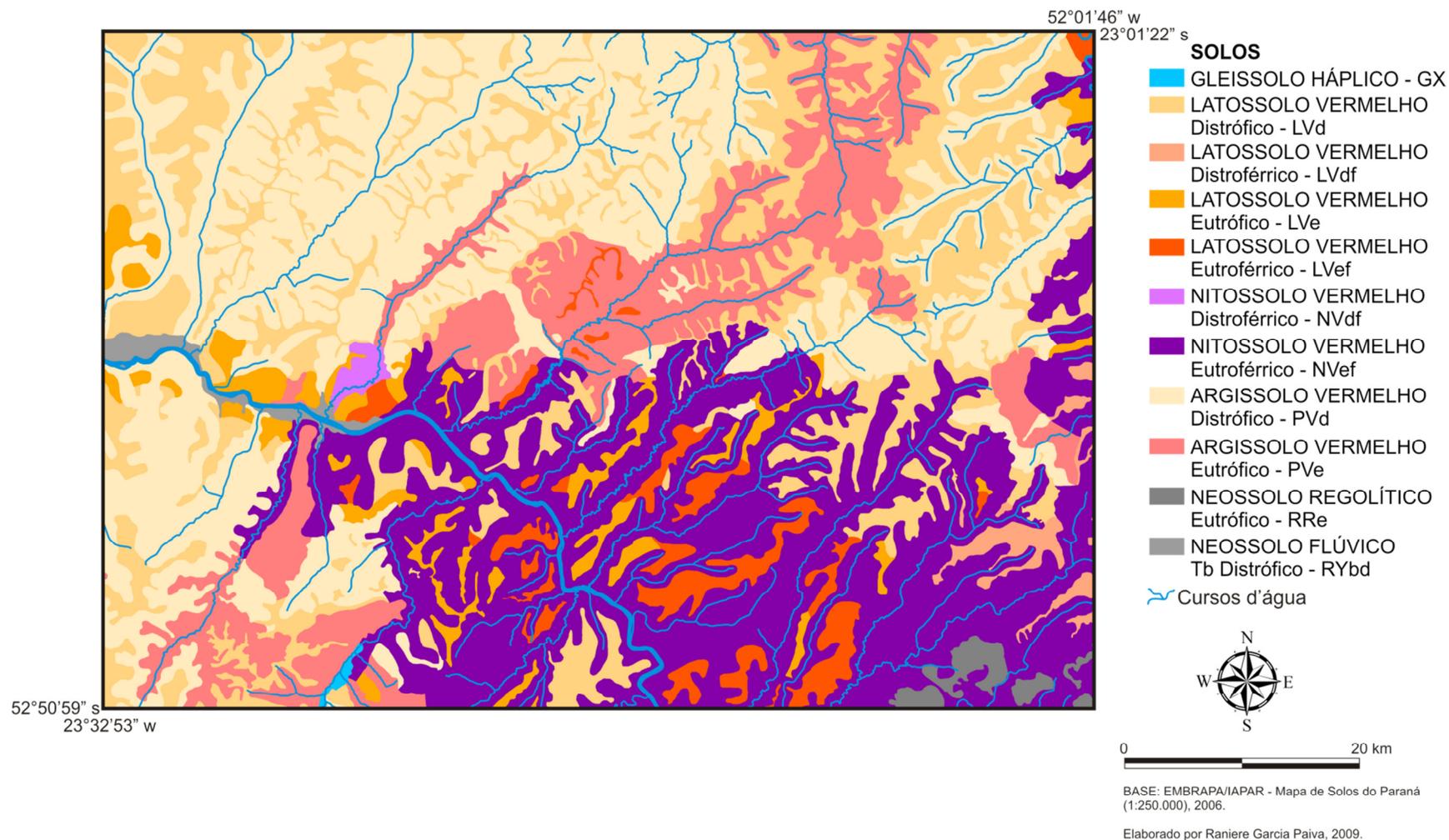


Figura 12 – Mapa de solos da área de estudo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os materiais utilizados para o presente trabalho foram coletados de fontes diversas e posteriormente tratados e/ou adaptados para uma melhor adequação aos objetivos propostos. Todo o acesso foi feito por meio da *web* onde órgãos montam bancos de dados desses arquivos e os disponibilizam ao acesso livre.

3.1.1 Levantamentos de dados da internet

A internet tem o potencial de transferências de arquivos que possibilita ao usuário obter dados de tamanhos diversos. Imagens de satélite, camadas de mapeamentos já realizados, dentre outros são acessados por meio do navegador (*browser*) que transfere arquivos por “ftp” (*File Transfer Protocol*). Para os dados desta pesquisa foram levantados e arquivados imagens de satélite dos sensores LANDSAT MSS, TM e ETM, baixados por meio do site *Global Land Cover Facility*¹ (GLCF). Imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), baixadas diretamente do site da NASA² (Empresa de Administração do Espaço e da Aeronáutica dos Estados Unidos).

Como base do mapa geomorfológico foram utilizadas as cartas geomorfológicas do mapeamento da MINEROPAR (2006)³.

O arquivo das imagens de satélite LANDSAT TM e ETM+ empregados foi o de Ponto 223, Órbita 76, com datas de passagens de: 14/03/1987, 12/05/2000 e 05/05/2006. As imagens são georreferenciadas e ortorretificadas pelos órgãos EarthSat (Earth Satellite Corp. Renamed MDA Federal Inc.) e USGS (United States Geological Survey).

Para a elaboração do mapa de solos utilizou-se como base a Carta de Solos do Estado do Paraná, folhas SF.22-Y-D e SF.22-Y-C, com escala de 1:250.000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – EMBRAPA Solos, no formato

¹ <http://www.landcover.org/index.shtml>

² <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/cbanddataproducts.html>

³ http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geomorfologicos/Folha_umuarama-250.PDF e http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geomorfologicos/Folha_londrina-250.PDF

PDF obtido do sítio do órgão na *web*. Esta base foi atualizada segundo a nova classificação do SIBCs (2006).

O mapa geológico teve como base o levantamento geológico do Estado do Paraná, disponibilizado pela MINEROPAR, na escala de 1:250.000, do ano de 2004.

3.1.2 Dados socioeconômicos

Os dados utilizados para análise das mesorregiões e microrregiões geográficas da área de estudo foram levantados por meio dos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística⁴ (IBGE) e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social⁵ (IPARDES). Os anos considerados foram os de 1995 a 2008, devido às disponibilidades dos dados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).

3.1.3 Dados climatológicos

Os dados climatológicos foram cedidos pela SUDERHSA (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental).

3.2 Métodos

A área da pesquisa foi escolhida em função do projeto maior intitulado de: “*O sistema rural e a paisagem nas zonas de contato arenito/basalto na região noroeste do Paraná: estrutura e dinâmica*”, vinculado ao Grupo de Estudos de Paisagem e Desenvolvimento Rural, sob coordenação da professora Dr^a Maria Teresa de Nóbrega.

A pesquisa foi desenvolvida baseada em duas metodologias, paralelamente, visando a compartimentação e apresentação da estrutura geocológica e vulnerabilidade ambiental da área estudo.

A primeira metodologia diz respeito à compartimentação da paisagem em unidades homogêneas, fundamentada na identificação da estrutura geocológica, realizada através do reconhecimento dos elementos que a caracterizam, como previsto na metodologia geral de estudos aplicados à paisagem. O tratamento integrado desses elementos possibilita identificar diferentes unidades territoriais com base na sua

⁴ <http://www.sidra.ibge.gov.br/>

⁵ <http://www.ipardes.gov.br/>

estrutura e dinâmica (BOLOS, 1992; MONTEIRO, 2001). Como elementos significativos para a análise foram considerados: relevo (declividades e morfologia das vertentes), os tipos de solos e o uso da terra e cobertura vegetal.

O segundo procedimento metodológico se refere ao estudo de vulnerabilidade ambiental, elaborado e adaptado com o apoio da metodologia de Crepani (2001), que tem como objetivo gerar cartas de vulnerabilidade à erosão de solos, propostas para subsidiar diversos Zoneamentos Ecológico–Econômico. Este autor se baseou no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), realizando o trabalho com o apoio de imagens de satélite e de softwares de geoprocessamento.

3.2.1 Técnicas e procedimentos metodológicos

As técnicas empregadas no trabalho são compostas por métodos de correlações cartográficas, geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado às análises ambientais, bem como adaptações para testes de interpretação visual e cruzamento de dados.

A compartimentação em unidades de paisagem da área foi realizada a partir da elaboração e integração dos mapas hipsométrico, de declividades, geológico, pedológico e uso do solo. Por meio dos perfis geoecológicos transversais das unidades identificadas, elaborados de acordo com a metodologia de Monteiro (2001), é apresentada e detalhada a estrutura geoecológica de cada unidade, assim como a sua forma de uso e ocupação.

Para a análise do relevo e sua relação com os solos, tendo em vista a identificação da vulnerabilidade ambiental que as diferentes unidades apresentam, foi empregada a metodologia de Crepani (2001), baseada nas metodologias de estudo de vulnerabilidade de Tricart (1977) e Ross (2000), que se apóiam nos princípios da ecodinâmica e da abordagem sistêmica.

As bases cartográficas e os mapas temáticos foram elaborados empregando-se as técnicas gerais de cartografia e geoprocessamento através dos *softwares* Global Mapper, ENVI, Arc GIS e Corel Draw.

A caracterização geológica, pedológica, climática e da cobertura vegetal foram obtidas utilizando como base os mapas existentes e levantamentos já realizados, procedendo-se ao controle das informações através de observações em campo.

O fluxograma representado na Figura 13 demonstra os procedimentos adotados para o desenvolvimento deste trabalho.

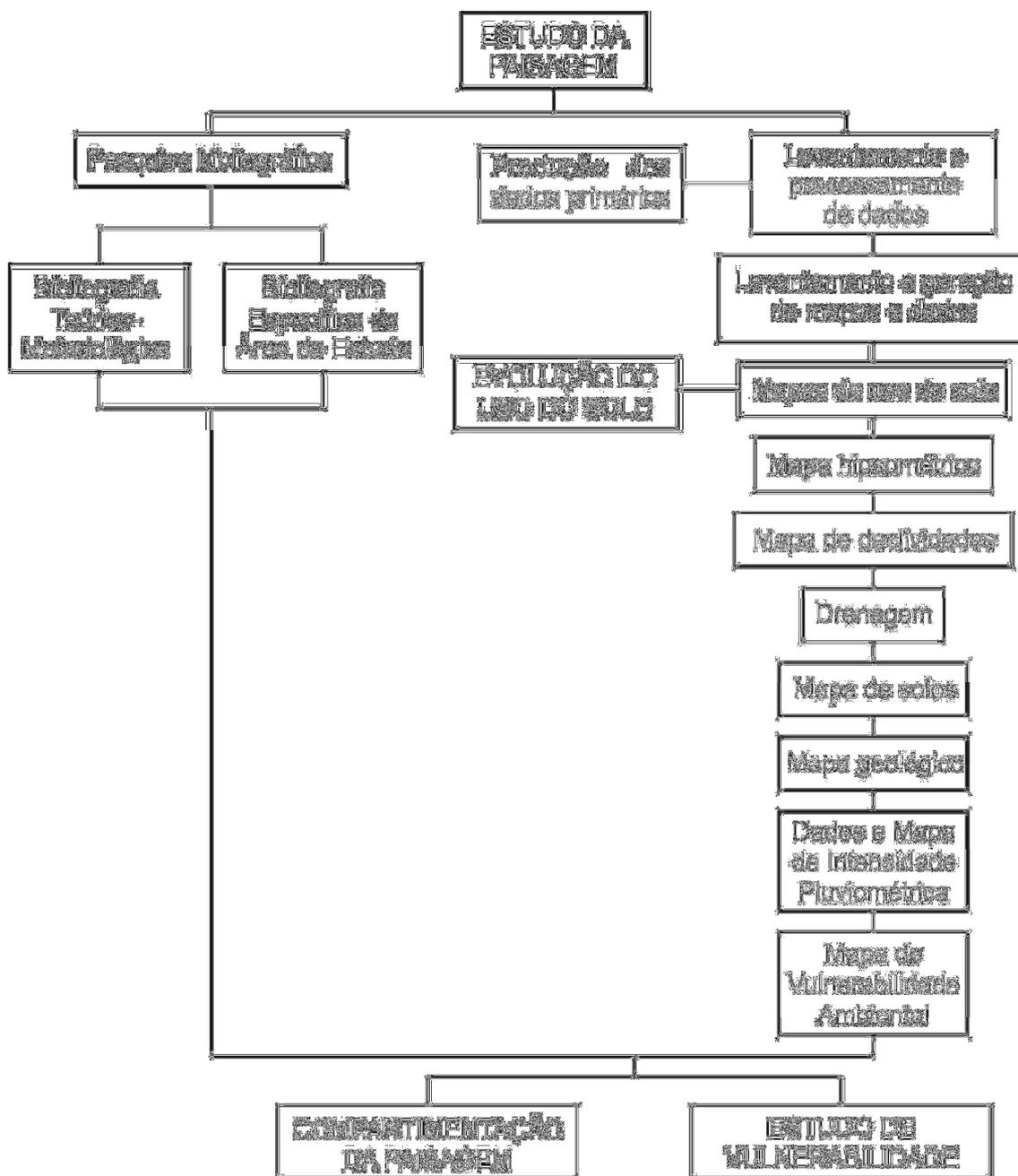


Figura 13 – Procedimentos adotados para a pesquisa.

3.2.2 Mapas de uso do solo

Para a elaboração do mapa de uso do solo para a metodologia de vulnerabilidade ambiental, foi utilizada uma imagem Landsat, tomada em 15/06/2006, correspondente à órbita/ponto 223/76, em composição colorida falsa cor 3B 4R 5G com resolução geométrica original de 30 metros. Esta imagem foi processada no sistema ENVI, cujos passos foram: recorte da cena para as coordenadas desejadas; conversão do formato original *TIFF* para *IMG*.

Outras imagens foram utilizadas para o item 4.2, para o mapeamento da evolução do uso do solo, com o mesmo procedimento descrito acima. As imagens e bandas utilizadas são apresentadas na Tabela 3.

O ano inicial foi o ano de 1972, com apoio da imagem do sensor MSS que possui resolução espacial de 79 metros. Para o ano de 1987 e 2005 as imagens utilizadas foram a do sensor TM, que apresenta resolução espacial de 30 metros. Este mapeamento foi realizado por classificação de máxima verossimilhança. A classe “matas” não é analisada em conjunto com as demais, devido à diferença de resolução entre as imagens MSS e TM, e a padrões diferenciados das classificações.

Tabela 3 – Imagens utilizadas para estudo de evolução do uso do solo.

Ano	Satélite	Sensor	Data de passagem
1972	Landsat 1	MSS	19/10/1972
1987	Landsat 5	TM	14/03/1987
2006	Landsat 5	TM	05/05/2006

A definição das classes de uso do solo foi feita por interpretação visual da imagem, a qual foi considerada como referência na avaliação da exatidão das classificações automáticas. Foram identificadas as classes de uso da terra:

- mata: formações florestais densas e florestas de galeria às margens dos córregos; e reflorestamento com áreas com plantação de eucalipto;
- agricultura: áreas com culturas anuais e permanentes em diversos estágios de desenvolvimento;
- áreas urbanas: áreas com presença de arruamento;
- pastagem: pastos e vegetação de brejo; e;
- corpos d’água: rios, represas e áreas de alagamento.

As áreas de solo exposto foram agrupadas às áreas de agricultura.

A Figura 14 demonstra a definição de interpretação dos elementos mapeados para as bandas: 4 (R), 5 (G) e 3 (B).

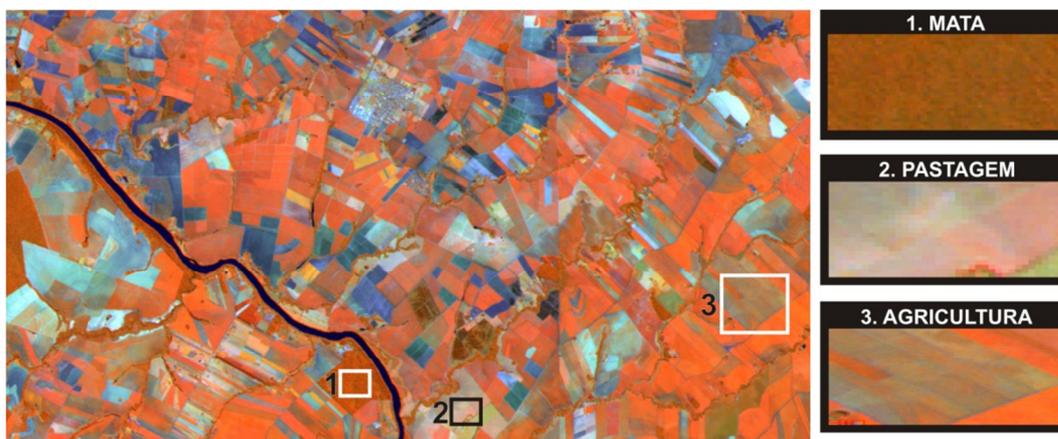


Figura 14 – Definição das classes segmentadas com as Bandas: 4 (vermelho); 5 (verde); e 3 (azul).

O classificador automático utilizado foi o de máxima verossimilhança – Maxilikelihood, caracterizado como do tipo “pixel a pixel” porque utiliza apenas a informação espectral, isoladamente, de cada pixel para encontrar regiões homogêneas. Este algoritmo considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos (FLORENZANO, 2002).

As amostras para treinamento do classificador foram definidas com base em padrões característicos de cada classe de uso na própria imagem e com auxílio de dados coletados em campo e georreferenciados. Ainda foi utilizado para determinar padrões de classificação visual o *software* Google Earth (Figura 15).

As classificações foram avaliadas quanto aos erros temáticos, ou seja, quais objetos foram classificados como uma determinada classe quando na verdade pertencia a outra classe no mundo real.

As áreas urbanas foram mapeadas pelo *software* Google Earth, exportadas em formato kmz, abertas em ambiente SIG (Global Mapper) e agregadas ao mapeamento.



Figura 15 – Conferência de tipo de uso no Google Earth.

3.2.3 Mapa hipsométrico

Para realização do mapa hipsométrico elaborado com base no arquivo SRTM foram selecionados intervalos de 50 em 50 metros no software Global Mapper 10.01, estabelecendo-se as classes de 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 e 600 metros. Este mapa serviu como parâmetro de relevo e morfologia das vertentes para compartimentar as unidades de paisagem.

3.2.4 Mapa Clinográfico

Os mapas clinográficos foram gerados a partir da mesma base do mapa hipsométrico, entretanto, esta passou por processo de modelagem topográfica no *software* ENVI, *slope shader*. As classes selecionadas e fatiadas para este mapa foram estabelecidas de acordo com dois sistemas de classificação.

Um deles proposto pela EMBRAPA (1997), que foi aplicado para o levantamento de solos e compartimentação da paisagem, que considera as classes 0 a 3% (Plano), 3 a 8% (Suave ondulado), 8 a 13% (Moderadamente ondulado), 13 a 20% (Ondulado), 20 a 45 (Forte Ondulado) e maior que 45% (Montanhoso).

Para o estudo de vulnerabilidade foi gerado o mapa de declividades segundo a metodologia de Crepani (2001), que contém as classes: 0 a 2% ; 2 a 6% ; 6 a 20% ; 20 a 50% ; e; acima de 50%.

3.2.5 Drenagem

Com o arquivo SRTM, em virtude da necessidade do melhoramento do mapa de solos, foi elaborada uma imagem de declividade automática nas cores preta para relevo plano e branco para maiores declives. O canal por onde correm os córregos, ribeirões e demais cursos d'água são expressos na cor preta que apresenta um alinhamento coeso indicando o canal de drenagem (Figura 16). Esta rede extraída manualmente da base SRTM possibilitou um ajuste mais adequado para no mapeamento dos solos.

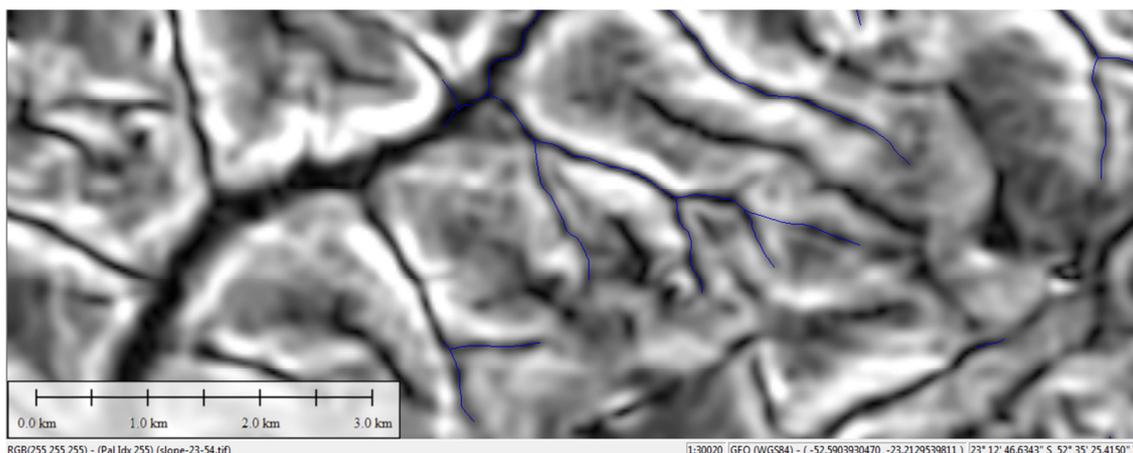


Figura 16 – Mapeamento dos canais de drenagem em imagem DEM.

FONTE: NASA, SRTM, 2000.

3.2.6 Mapa de solos

Após extração da imagem de declividade para visualização dos canais de drenagem, o mapa de solos da EMBRAPA (2008), na escala de 1:250.000, folhas SF.22-Y-D (MIR495) e SF.22-Y-C (MIR496), foi ajustado, em ambiente *Global Mapper*, à estes canais de drenagem. Esta operação possibilitou o reposicionamento dos solos em conformidades aos cursos d'água.

3.2.7 Mapa geológico

O mapa Geológico foi elaborado com base no mapeamento geológico da MINEROPAR (2006), empregando-se as folhas de Londrina (SF.22-Y-D) e de Umuarama (SF.22-Y-C), com a escala de 1:250.000.

3.2.8 Mapa geomorfológico

Na elaboração do mapa geomorfológico foi utilizada como base, o mapeamento geomorfológico da MINEROPAR (2006) na escala de 1:250.000. A área de estudo está inserida nas folhas de Londrina (SF.22-Y-D) e de Umuarama (SF.22-Y-C).

3.2.9 Perfis topográficos

Os perfis topográficos que serviram de base para a elaboração dos perfis geoecológicos foram gerados por meio do software Global Mapper, pela ferramenta *3D Path Profile /Line of Sighth Tool*, após análise/compartimentação das unidades de paisagem, os perfis foram adaptados à metodologia de Monteiro (2000), onde cada tema é acrescentado em forma de pastilhas, finalizados no software Corel Draw X4.

3.2.10 Mapa de intensidade pluviométrica

O mapa de intensidade pluviométrica foi elaborado conforme a metodologia de Crepani et al (2001), que aplica o cálculo de divisão da média de chuva anual pela quantidade de meses chuvosos, sendo que este período chuvoso foi considerado de 11 meses para todas as estações, pois em uma média de 30 anos de dados de pluviosidade, estes tiveram apenas um mês de chuvas nulas ou menores que 5mm, nos meses de julho e agosto. Foram plotados dados de 44 postos pluviométricos localizados em um raio de 60km da área de pesquisa. A relação de estações e dados levantados é apresentada na Tabela 4.

Os resultados dos cálculos dos dados foram georreferenciados com os pontos de localizações de cada posto e inseridos em ambiente *Global Mapper*, extrapolando o quadrante da área de estudo para que se analisasse a quantidade de pontos e sua distribuição. Posteriormente foi realizada a interpolação do inverso da distância (IDW) em no *software ArcGIS 9.2*[®] da intensidade pluviométrica, gerando classes que foram representadas em um mapa (Figura 17).

Tabela 4 – Relação das estações climatológicas e dados pluviométricos levantados.

Estação	Município	Bacia	Latitude	Longitude	Altitude	Período levantado	Pluviosidade Média Anual (mm/ano)	Intesidade Pluviométrica (mm/mês)
BALSA PARANAPANEMA	---	Paranapanema 3	22°39'00" S	51°22'00" W	250 m	1952 a 1972	649,1	59
VILA UNIÃO	Santa Inês	Paranapanema 3	22°43'59" S	51°55'00" W	400 m	1975 a 1994	698,1	63,43
PORECATU	Porecatu	Paranapanema 3	22°45'17" S	51°22'26" W	425 m	1979 a 2003	642,3	53,4
BENTÓPOLIS	Guaraci	Paranapanema 3	22°55'00" S	51°43'00" W	534 m	1975 a 1994	613,6	57,78
VILA GANDHI	Primeiro de Maio	Paranapanema 3	22°55'59" S	51°07'59" W	500 m	1975 a 1994	669,1	60,82
MIRASSELVA	Miraselva	Paranapanema 3	22°58'00" S	51°28'59" W	570 m	1975 a 1992	722,3	65,66
RIBEIRÃO BELANTÃ	Prado Ferreira	Paranapanema 3	22°58'59" S	51°22'59" W	570 m	1975 a 1993	770,4	70
CAFEARA	Cafeara	Paranapanema 3	22°46'00" S	51°43'00" W	427 m	1975 a 2003	658,9	59,9
ALVORADA DO SUL	Alvorada do Sul	Paranapanema 3	22°46'00" S	51°13'59" W	373 m	1975 a 2003	691,5	62,86
SANTA INÊS	Santa Inês	Paranapanema 3	22°37'59" S	51°54'00" W	350 m	1975 a 1997	1119,1	101,73
SANTO INÁCIO	Santo Inácio	Paranapanema 3	22°41'47" S	51°47'23" W	373 m	1975 a 2003	745,1	67,73
MAIRA	Lupionópolis	Paranapanema 3	22°41'59" S	51°38'32" W	377 m	1975 a 2003	787	71,54
ESPERANÇA DO NORTE	Alvorada do Sul	Paranapanema 3	22°43'00" S	51°15'00" W	392 m	1975 a 1991	774,5	70,4
CENTENÁRIO DO SUL	Centenário do Sul	Paranapanema 3	22°49'22" S	51°35'44" W	500 m	1975 a 2003	797,9	72,53
FLORESTÓPOLIS-SE COPEL	Florestópolis	Paranapanema 3	22°52'00" S	51°24'00" W	800 m	1988 a 2000	685	62,27
PRADO FERREIRA	Prado Ferreira	Paranapanema 3	23°01'59" S	51°25'00" W	594 m	1975 a 1997	824,2	74,9
PRATA	Cambé	Paranapanema 3	23°04'00" S	51°16'00" W	437 m	1975 a 2003	1180	107,27
VILA SILVA JARDIM	Paranacity	Pirapó	22°49'59" S	52°05'59" W	250 m	1968 a 2008	1240,9	112,8
GUAIAPÓ	Maringá	Pirapó	23°24'00" S	51°52'26" W	584 m	1976 a 2008	1557,5	141,59
ASTORGA	Astorga	Pirapó	23°14'14" S	51°39'41" W	572 m	1976 a 2008	1574,4	143,12
NOVA ESPERANÇA	Nova Esperança	Pirapó	23°10'59" S	52°10'59" W	582 m	1972 a 2008	1503,9	136,71
SANTA ISABEL DO IVAI	Loanda	Ivaí	23° 00' 00" S	53° 10' 59" W	400 m	1957 a 2007	1288,1	117,1
SANTA ELIZA	Umuarama	Ivaí	23° 31' 00" S	53° 28' 00" W	500 m	1976 a 2007	1552,1	141,1
SÃO PEDRO DO IVAÍ	São Pedro do Ivaí	Ivaí	23° 51' 00" S	51° 52' 00" W	400 m	1975 a 2002	1437,7	130,7
SÃO MIGUEL DO CAMBUÍ	Marialva	Ivaí	23° 36' 00" S	51° 50' 59" W	470 m	1975 a 2002	1646,7	149,7
PORTO BANANEIRA	Floresta	Ivaí	23° 40' 00" S	52° 07' 00" W	520 m	1974 a 2002	1641,2	149,2
QUINTA DO SOL	Quinta do Sol	Ivaí	23° 49' 00" S	52° 10' 59" W	315 m	1974 a 2002	1578,5	143,5

Continuação da Tabela 4.

Estação	Município	Bacia	Latitude	Longitude	Altitude	Período levantado	Pluviosidade Média Anual (mm/ano)	Intesidade Pluviométrica (mm/mês)
OURIZONA	Ourizona	Ivaí	23° 23' 59" S	52° 10' 59" W	520 m	1975 a 2002	1595	145
IVAITINGA	Nova Esperança	Ivaí	23° 13' 59" S	52° 20' 59" W	470 m	1975 a 2002	1474	134
COPACABANA DO NORTE	São Jorge do Ivaí	Ivaí	23° 30' 00" S	52° 20' 59" W	450 m	1975 a 2002	1526,8	138,8
PEABIRU	Peabiru	Ivaí	23° 53' 59" S	52° 19' 59" W	550 m	1975 a 2002	1619,2	147,2
MALU	Terra Boa	Ivaí	23° 40' 00" S	52° 22' 00" W	450 m	1976 a 2002	1577,4	143,4
JAPURÁ	Japurá	Ivaí	23° 28' 00" S	52° 32' 59" W	500 m	1976 a 2002		147
IGARITÉ	Cianorte	Ivaí	23° 47' 59" S	52° 37' 59" W	600 m	1976 a 2002	1516,9	137,9
CIANORTE	Cianorte	Ivaí	23° 40' 00" S	52° 34' 59" W	530 m	1972 a 2002	1661	151
DEPUTADO JOSÉ AFONSO	Paranvaí	Ivaí	23° 04' 59" S	52° 40' 00" W	450 m	1976 a 2002	1397	127
ESTAÇÃO CRIAÇÃO ESTADO	Paranvaí	Ivaí	23° 04' 59" S	52° 25' 59" W	480 m	1975 a 2002	1489,4	135,4
FAZENDA NOVO MATÃO	Guairaçá	Ivaí	22° 57' 00" S	52° 47' 59" W	460 m	1976 a 2002	1442,1	131,1
GUAPOREMA	Guaporema	Ivaí	23° 19' 59" S	52° 46' 00" W	400 m	1976 a 2002	1408	128
BERNADELLI	Rondon	Ivaí	23° 34' 00" S	52° 50' 59" W	500 m	1976 a 2002	1522,4	138,4
COMUR	Planaltina do Paraná	Ivaí	23° 07' 00" S	52° 55' 00" W	380 m	1975 a 2002	1388,2	126,2
NOVO PORTO TAQUARA	Santa Mônica	Ivaí	23° 10' 59" S	53° 10' 59" W	470 m	1975 a 2002	1339,8	121,8
CRUZEIRO DO OESTE	Cruzeiro do Oeste	Ivaí	23° 46' 00" S	53° 04' 00" W	580 m	1958 a 2002	1494,9	135,9
TAPIRA	Tapira	Ivaí	23° 19' 00" S	53° 04' 00" W	450 m	1976 a 2002	1580,7	143,7

FONTE: SUDERHSA.

MAPA DE INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DA ÁREA DE ESTUDO

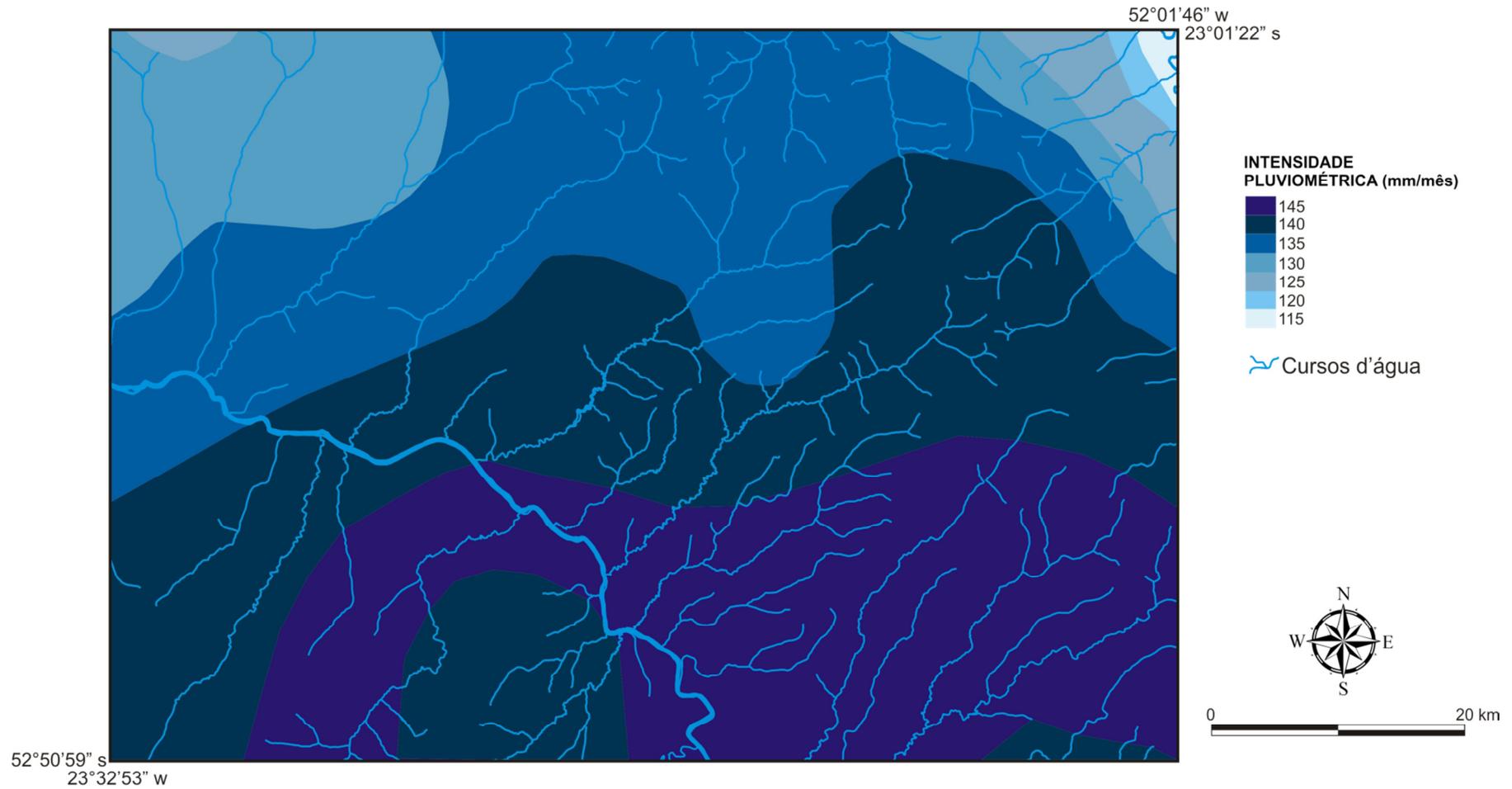


Figura 17 – Mapa de intensidade pluviométrica da área de estudo.

Elaborado por Raniere Garcia Paiva, 2010.

3.2.11 Mapa de Vulnerabilidade Ambiental

O mapa de vulnerabilidade ambiental foi elaborado com base na metodologia proposta por Crepani et. al. (2001), e adaptações realizadas, que indicam como materiais básicos: imagens de satélite; mapas temáticos (Geologia, Geomorfologia e Solos), carta topográfica, ou imagens de radar; e, dados de pluviometria.

Com o apoio da análise da imagem de satélite foi reconhecido as diferentes estruturas da área de estudo. Com isso foram estabelecidas as Unidades Territoriais Básicas (UTB's).

A escala de vulnerabilidade nesta metodologia é feita com base na metodologia da Ecodinâmica (TRICART, 1977), que permite uma caracterização morfodinâmica definindo o meio com as seguintes categorias:

-Meios estáveis: cobertura vegetal densa; dissecação do relevo moderada.

-Meios intergrades: balanço entre as interferências morfogênicas e pedogênicas.

-Meios instáveis: condições bioclimáticas agressivas, com ocorrências de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas; relevo com vigorosa dissecação; presença de solos rasos; inexistência de cobertura vegetal densa; planícies e fundos de vales sujeitos a inundações; e, geodinâmica interna intensa.

A partir destas relações apresentadas, o autor (op. cit), apresentou como proposta de escala a Tabela 5.

Tabela 5 – Avaliação da escala estabilida/instabilidade das categorias morfodinâmicas.

Categoria morfodinâmica	Relação Pedogênese/Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3,0

Fonte: Crepani et al (2001).

Com os níveis definidos para as categorias morfodinâmicas, a metodologia adotada atribuiu uma escala de vulnerabilidade, de forma relativa e empírica do estágio de evolução da vulnerabilidade das Unidades Territoriais Básicas, com 21 classes, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Escala de vulnerabilidades das Unidades Territoriais Básicas.

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA			GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO					
					VERM.	VERDE	AZUL	CORES		
U1	↑	3,0	↓	VULNERÁVEL	255	0	0			
U2		2,9			255	51	0			
U3		2,8			255	102	0			
U4		V			2,7	255	153		0	
U5	U	2,6	↓	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0			
U6	L	2,5			E	255	255		0	
U7	N	2,4			S	204	255		0	
U8	E	2,3			T	153	255		0	
U9	R	2,2	A	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0			
U10	A	2,1	B		51	255	0			
U11	B	2,0	I		0	255	0			
U12	I	1,9	L		0	255	51			
U13	L	1,8	I	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	102			
U14	I	1,7	D		0	255	153			
U15	D	1,6	A		0	255	204			
U16	A	1,5	D		0	255	255			
U17	D	1,4	E	ESTÁVEL	0	204	255			
U18	E	1,3	↓		0	153	255			
U19	↓	1,2			0	102	255			
U20		1,1			0	51	255			
U21		1,0		0	0	255				

FONTE: Crepani et al (2001).

Este foi aplicado individualmente aos temas (Geologia, Geomorfologia, Solos, Uso do solo e Clima) de cada UTB, que posteriormente foram somados e divididos pelo total de temas, conforme exemplificado pela equação empírica abaixo.

$$VULNERABILIDADE = \frac{(G + R + S + V + C)}{5}$$

Onde:

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

V = vulnerabilidade para o tema Uso do solo

C = vulnerabilidade para o tema Clima

3.2.11.1 Geologia

Para o tema geologia, cada tipo de rocha recebeu um valor para compor o índice da equação da metodologia de 1 a 3, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns.

ROCHAS		ROCHAS		ROCHAS	
Quartzitos ou metaquartzitos	1,0	Milonitos, Quartzo muscovita, Biotita, Clorita xisto	1,7	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Piroxenito, Anfíbolito, Kimberlito, Dunito	1,8	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Hornblenda, Tremolita, Actinolita xisto	1,9	Grauvacas, Arcózios	2,6
Migmatitos, Gnaisses	1,3	Estaurólita xisto, Xistos granatíferos	2,0	Siltitos, Argilitos	2,7
Fonólito, Nefelina Sienito, Traquito, Sienito	1,4	Filito, Metassiltito	2,1	Folhelhos	2,8
Andesito, Diorito, Basalto	1,5	Ardósia, Metargilito	2,2	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6	Mármore	2,3	Sedimentos Inconsolidados: Aluviões, Colúvios etc.	3,0

FONTE: Crepani et al (2001).

Organizado por Raniere Garcia Paiva

Na área de estudo os valores de vulnerabilidade para as rochas são:

- Formação Serra Geral – basalto – 1,5
- Formação Caiuá – arenito – 2,4
- Formação Depósitos Quaternários – 3,0
- Formação Sedimentos Recentes – 3,0

3.2.11.2 Pedologia

As resistências dos solos da área de pesquisa variam de acordo com o material de origem (rocha ou sedimentos inconsolidados). Os solos que recobrem a área de pesquisa são descritos e correlacionados ao uso do solo no item 2.9. De acordo com a metodologia de Crepani et al (2001), eles recebem os valores de vulnerabilidades conforme Tabela 8. Entretanto, foram adaptados os valores de vulnerabilidade para os NITOSSOLOS, para 1,5, entendendo-se assim que estes solos têm maior grau de resistência à erosão devido às suas características de organização e dinâmica hídrica.

Tabela 8 – Valores de vulnerabilidades / estabilidades dos solos da área de pesquisa.

Tipo de solo	Legenda	Vulnerabilidade
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	LVd	1,0
LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico	LVe	1,0
LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico	LVef	1,0
LATOSSOLO VERMELHO Distroférico	LVdf	1,0
NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico	NVef	1,5
NITOSSOLO VERMELHO Distroférico	NVdf	1,5
ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico	PVe	2,0
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico	PVd	2,0
NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico	RRe	3,0
NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico	RYbd	3,0
GLEISSOLO HÁPLICO	GX	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al (2001).

Organizado por Raniere Garcia Paiva

3.2.11.3 Geomorfologia

Para os índices geomorfológicos da equação da metodologia foram adotados os valores de dissecação de relevo baseados no mapeamento geomorfológico de MINEROPAR (2006), conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Subunidades Estruturais e seus graus de dissecação do relevo.

Subunidade Estrutural	Relevo	Graus de dissecação
Planalto de Campo Mourão	Topos aplainados, vertentes retilíneas e concâvas na base e valhes em calha	Baixa
Planalto de Umuarama	Topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em "V"	Média
Planalto de Paranavaí	Topos aplainados, vertentes convexas e vales em "V" aberto (Dissecação).	Baixa
Planalto de Apucarana	Topos alongados, vertentes convexas e vales em "V"	Alta
Planícies Fluviais	Colinas amplas	Muito Baixa

FONTE: Adaptado de MINEROPAR (2006)

Organizado por Raniere Garcia Paiva.

Com os índices de grau de dissecação estabelecidos, foram aplicados os valores conforme a Tabela 10, que também serviu de base para as declividades.

Tabela 10 – Classes morfométricas e de declividade com respectivos valores de escala de vulnerabilidade.

CLASSES MORFOMÉTRICAS	DECLIVIDADE (%)	VALORES DE VULNERABILIDADE
Muito Baixa	< 2	1,0
Baixa	2 – 6	1,5
Média	6 – 20	2,0
Alta	20 - 50	2,5
Muito Alta	> 50	3,0

FONTE: Crepani et al (2001).

3.2.11.4 Uso do solo

Os valores de vulnerabilidades de uso do solo foram determinados de acordo com o grau de proteção que estes conferem à superfície do solo. Para aqueles que garantem maior proteção, os mais estáveis, o valor é de 1, intermediários 2, e mais vulneráveis 3, sendo estes que apresentam baixa densidade de cobertura vegetal para o solo. Os valores para cada classe são determinados de acordo com a Tabela 11.

Tabela 11 – Valores de vulnerabilidades aos tipos de solos mapeados na área de estudo.

Tipo de Uso	Favorecimento à erosão do solo	Valor da vulnerabilidade
Mata e Reflorestamento	Não favorece	1,0
Pastagens	Moderado	2,0
Agricultura de Ciclo Curto, Café e Cana-de-açúcar	Favorece	3,0

FONTE: Crepani et al (2001).

Organizado por Raniere Garcia Paiva

3.2.11.5 Clima

O clima foi definido pela variável de intensidade pluviométrica, que é definida pela fórmula que divide o valor de pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses), como proposto por Crepani et al (2001). Estes valores são considerados representantes de erosividade da chuva. Os valores definidos para a área de trabalho foi definido conforme a Tabela 12.

Tabela 12 – Valores das variáveis Clima para a área de pesquisa.

Pluviosidade média (mm/ano)	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
1375	125	1,30
1430	130	1,32
1485	135	1,34
1540	140	1,36
1595	145	1,38

Após a determinação dos valores de vulnerabilidade para cada tema da área de pesquisa, estes valores foram aplicados às UTB'S. Dependendo do elemento, solos, por exemplo, foram computadas as áreas ocupadas por cada tipo para determinar, considerando-se as proporções de cada um, o valor a ser atribuído para esse tema na UTB.

4. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS E EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO

4.1 Características Socioeconômicas

As características socioeconômicas da área de estudo foram determinadas a partir dos dados apresentados pelas microrregiões que a compõe, que são: Astorga (19,6%), Floráí (15%) e Maringá (5,3%), pertencentes à Mesorregião Norte Central Paranaense; e Cianorte (21,1%) e Paranavaí (39%), pertencentes à Mesorregião Noroeste Paranaense.

4.2 Colonização

Logo após a Primeira Guerra Mundial, mais precisamente, em 1924, o governo brasileiro começou a realizar contatos com ingleses e destes resultaram em vendas de terras no Norte do Paraná. As terras foram adquiridas pela Brazil Plantations Syndicate Ltd, mas resultou em um empreendimento destinado ao plantio de algodão fracassado.

Através deste fato foi organizada a criação dos planos da Paraná Plantations Ltd, que no Brasil foi subsidiada pela Cia. de Terras Norte do Paraná⁶ (PADIS, 1981).

A CTNP após algumas décadas de adequações de seus projetos e destinações econômicas no Norte do Paraná começa na década de 1940, o loteamento de suas terras, na região. Estas terras foram repartidas em pequenos lotes e destinadas ao plantio de café como principal fonte econômica (SERRA, 1993).

Moro (1998) ressalta que a colonização dirigida e promovida pelas colonizadoras privadas promoveu uma intensa alteração na paisagem Norte Central e Noroeste Paranaense, sendo tomada por lavoura lavouras de café. Este tipo de atividade agrícola foi que fomentou o processo de crescimento populacional, pois necessitava de mão-de-obra em seus processos de plantação e colheita.

Segundo Moro (1998), as taxas de população do Paraná, entre as décadas de 1940 e 1970 foram as mais elevadas do país. Estas taxas estão diretamente relacionadas

⁶ Posteriormente a Companhia de Terras Norte do Paraná (CTNP) passa a ser a Companhia Melhoramentos do Norte do Paraná (CMNP).

ao processo de colonização da Cia. Melhoramentos Norte do Paraná, e ainda devido a fatores históricos, geográficos e econômicos, relacionados, sobretudo, à matéria-prima, neste caso a relação relevo e solo.

Sobre a colonização, Maack (1981) confirma que este território teve como processo de ocupação inicial, a implantação do café, que se iniciou marcado pela forma rápida e intensa do desmatamento. O café marcou a paisagem do norte/noroeste paranaense nas áreas de solos formados da alteração do basalto, e também, nas áreas dos solos oriundos dos arenitos.

Ainda sobre a cafeicultura, Padis (1981), aponta que esta atividade, proporcionou um grande investimento em infra-estrutura, e o aceleração do setor terciário na região.

Sendo assim, Moro (1998), conclui que além do povoamento do campo, naquele momento, também houve o povoamento nos centros e aglomerados urbanos, tendo como população de imigrantes mineiros, paulistas, nordestinos, e de países estrangeiros, atraídos pelos ganhos econômicos deste produto agrícola.

Na década de 1970, o café sofreu um declínio progressivo, abrindo caminho para as culturas temporárias mecanizadas (soja/trigo/milho) nas áreas do basalto. Caracterizadas por solos mais argilosos, conhecidos pelo nome de Terra Roxa e Latossolo Roxo, naturalmente mais férteis. Nas áreas onde ocorrem os solos derivados do Arenito Caiuá, de textura média a arenosa, menos férteis, a alternativa à substituição do café foi preferencialmente a pecuária, o que gerou uma extensa área ocupada por pastagens, e, além destas, alguns tipos de culturas anuais, com predominância da mandioca (MAACK, 1981).

Atualmente, nas áreas onde ocorrem os solos oriundos do intemperismo do basalto, as culturas sazonais apresentaram melhor desenvolvimento, garantindo rentabilidade aos produtores, que permanecem ainda com o binômio soja/trigo e/ou soja/milho. O contrário acontece nas áreas de ocorrência do Arenito Caiuá, que ano após ano, passou por várias tentativas com produtos distintos, tais como criação de bicho-da-seda; fruticultura (laranja); mandioca, bucha vegetal, etc. Apenas algumas culturas conseguiram êxito e permanecem como, por exemplo, a laranja, enquanto que outras fracassaram como o bicho-da-seda. Isso não ocorreu de forma uniforme em todos os municípios da região. Dependendo da infra-estrutura e da gestão pública que cada município apresenta, o tempo e/ou a resistência de cada novo programa ou modelo

produtivo são diferenciados. Assim é que municípios vizinhos podem apresentar agroecossistemas distintos apesar de possuírem estruturas geológicas semelhantes (ANDRADE, 2005).

4.3 A modernização Agrícola e suas consequências

Após o declínio progressivo da cultura de café, as regiões Norte e Noroeste do Paraná foram sucessivamente alvos de planos agrícolas para retomar a produtividade regional, essas tentativas foram acompanhadas às novas técnicas e equipamentos que surgiam, sobretudo na década de 1970.

Segundo Andrade (2005), a implantação de sistemas agrícolas de exploração favorecia o cultivo de produtos voltados à exportação. Portanto, o modelo de agricultura na região, sobretudo a partir da década de 1970, se fixou nos parâmetros da agricultura mecanizada.

Carnascialli (1987) elegeu, em um estudo sobre consequências das transformações tecnológicas no Paraná, o trator como representante da modernização agrícola. Em seu estudo o autor indica que foi significativa a compra de tratores no estado entre 1970 e 1980. O milho e o feijão foram os principais produtos entre 1975 e 1980, já em 1980 a soja e o trigo passam a ser mais representativos na pauta de produtos do estado.

O modelo de modernização da agricultura trouxe desenvolvimentos econômicos para todo o estado do Paraná, entretanto, ele foi acompanhada do de grandes impactos ainda não sanados, tanto de ordem ambiental, quanto de ordem social, sendo este modelo incompatível com as políticas de desenvolvimento sustentável atuais.

Segundo Moro (1995), o uso intensivo do capital na agricultura forçou um novo modelo de reestruturação da divisão de terras, pois esta se encontrava dividida em pequenos lotes, herança das propriedades cultivadoras de café. Pequenos produtores que não se disponibilizavam de capital para se reestruturarem nas novas culturas (soja/milho/trigo) venderam ou arrendaram suas terras para não decretar falência. Em consequência destas transações, os agricultores de pequeno porte foram, aos poucos, deslocados da zona rural para a zona urbana.

Este êxodo pode ser constatado pela análise da Tabela 13, que demonstram o quadro de evolução da população urbana e rural nos municípios de Astorga, Cianorte, Florai, Maringá e Paranaíba.

Tabela 13 – Evolução da população total nos principais municípios pertencentes à área de estudo (1970 a 2000).

População residente					
Sexo Feminino e Masculino					
Todos os grupos de idade					
Município	Situação do domicílio	Ano			
		1970	1980	1991	2000
Astorga - PR	Total	25.018	20.677	22.458	23.637
	Urbana	10.729	14.180	18.534	20.476
	Rural	14.289	6.497	3.924	3.161
Cianorte - PR	Total	52.532	48.801	49.846	57.401
	Urbana	23.540	28.810	37.850	49.644
	Rural	28.992	19.991	11.996	7.757
Floraí - PR	Total	11.022	6.645	5.500	5.285
	Urbana	3.523	3.879	4.240	4.511
	Rural	7.499	2.766	1.260	774
Maringá - PR	Total	121.374	168.232	240.292	288.653
	Urbana	99.898	160.652	234.079	283.978
	Rural	21.476	7.580	6.213	4.675
Paranaíba - PR	Total	57.387	65.286	71.052	75.750
	Urbana	39.232	54.654	64.354	70.329
	Rural	18.155	10.632	6.698	5.421

Fonte: IBGE - Censo Demográfico.

As taxas de população que envolve as microrregiões da área de estudo são variadas, portanto cabe ressaltar que cada microrregião tem uma representatividade de área dentro do quadrante. Para uma melhor escala de análise, os dados podem ser levantados por municípios, entretanto, para a escala utilizada neste trabalho, consideramos este levantamento de dados suficiente.

A microrregião de Paranaíba tinha uma população urbana de 186 mil habitantes em 1991, que aumentou para 207 mil habitantes no ano 2.000. A população rural teve decréscimo de 14 mil habitantes, tendo em 1991, 64 mil habitantes e em 2.000, 50 mil habitantes. Em porcentagem, a população rural desta microrregião decresceu de 26% (1991) para 19% em 2.000; portanto, indica que na zona urbana, para este mesmo período, teve acréscimo de 7 %. Para as outras microrregiões o fenômeno do êxodo rural é semelhante a esta mencionada e descrita acima, somente os dados se alteram, esta quadro relacionado à população pode ser melhores visualizados na Figura 18.

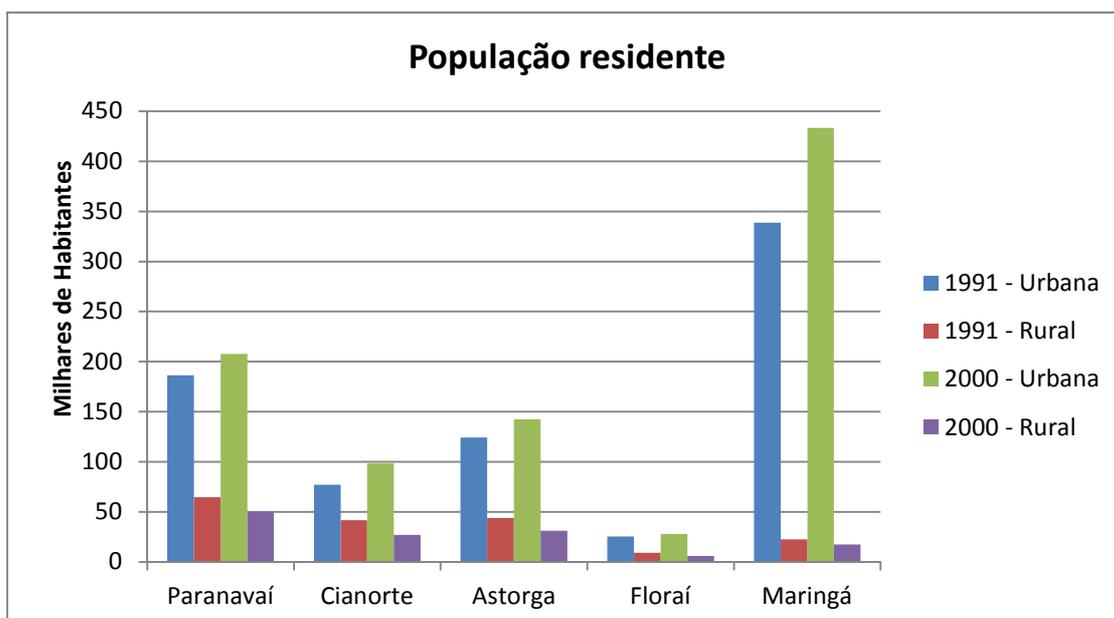


Figura 18 – População residente das microrregiões da área de estudo.
 FONTE: IBGE, 2000.

A erosão do solo rural e urbano, o desmatamento, a poluição hídrica são os principais impactos ambientais gerados pela modernização agrícola. Existe uma dificuldade, até a atualidade, de quantificação destes dados, entretanto, notadamente enormes voçorocas no Noroeste do Paraná, o aumento da erosão laminar em culturas de soja/trigo/milho, e de pequenos sulcos foram constatados desde então (CARNASCIALI et al, 1987).

4.4 População e economia atual

A representatividade populacional de cada microrregião está estritamente relacionada aos seus valores de desenvolvimento econômico. A microrregião de Maringá, e, sobretudo o município que a denomina possui a maior população com 43% sobre as outras áreas, sendo a microrregião de Floraí a menos populosa. A Figura 19 representa estes dados em porcentagem.

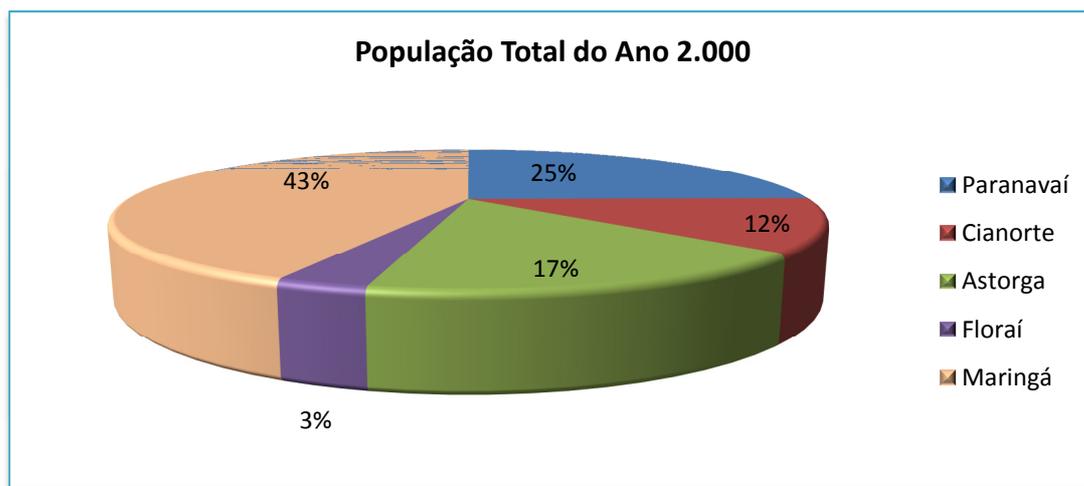


Figura 19 – Porcentagem de populações total do ano 2.000 das microrregiões.
 FONTE: IBGE, 2000.

A população da microrregião de Maringá tem um rendimento nominal médio mensal familiar de R\$1.280,00 na zona urbana e R\$824,00 na zona rural. Enquanto que a microrregião de Astorga apresenta um rendimento de R\$843,00 na zona urbana e R\$576,00 na zona rural. As demais microrregiões estão entre estes rendimentos, demonstrados na Figura 20.

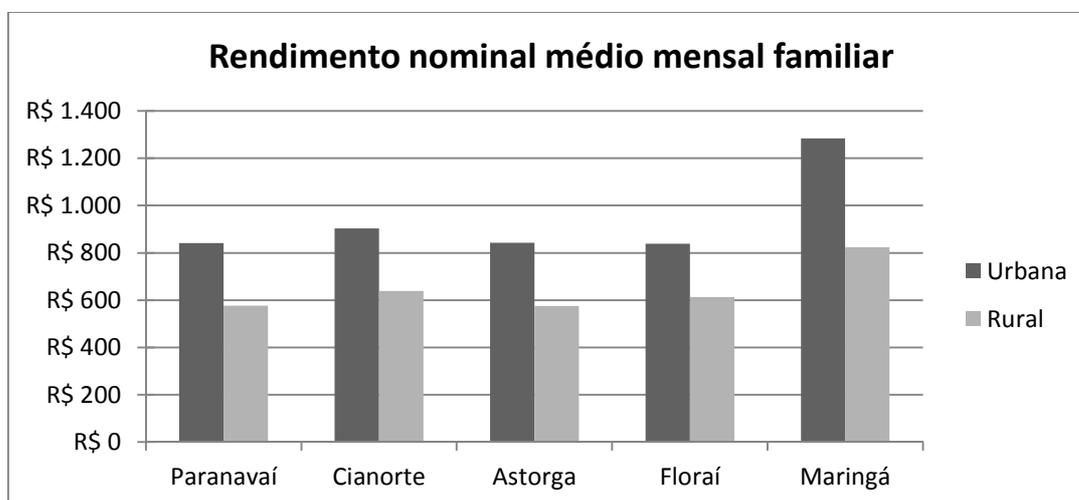


Figura 20 – Rendimento nominal médio mensal familiar das microrregiões da área de estudo.
 FONTE: IBGE, 2000.

Outro dado de representatividade econômica para as microrregiões é o Valor Bruto Nominal da Produção Agropecuária. Por este dado pode-se confirmar que a microrregião de Paranavaí teve um rendimento anual em 2008 de 1.284 milhões de reais, e a microrregião de Astorga 1.176 milhões de reais, indicando a potencialidade

agropecuária delas. Cabe ressaltar que a microrregião de Astorga apresentou o dado de rendimento nominal médio familiar mais baixo dentre todas (Figura 21).

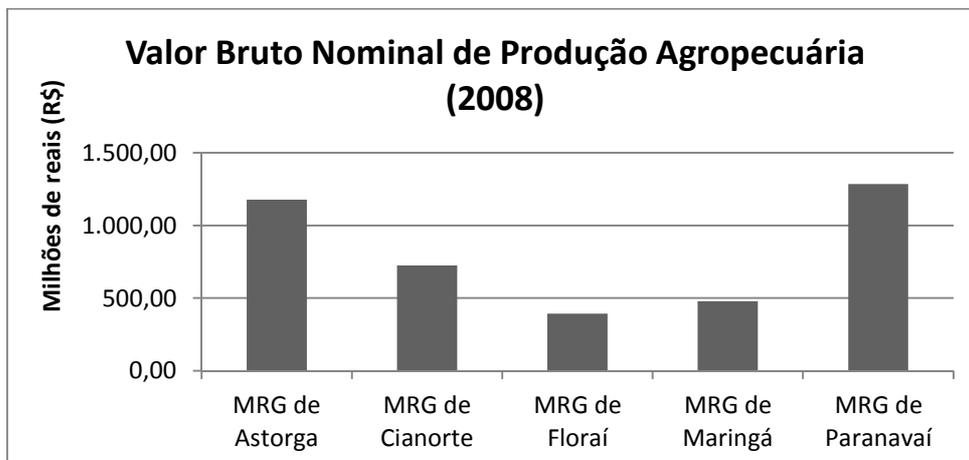


Figura 21 – Valor Bruto nominal da Produção Agropecuária das microrregiões da área de estudo.

FONTE: IBGE, 2008.

Para a área urbana de cada microrregião, o PIB *per capita* dos municípios principais são apresentados na Figura 22. O município de Maringá tem o PIB mais elevado com R\$16.264,00, e o município de Astorga possui o menor de R\$9.008,00.

Os dados apontam que existe uma diferença entre a situação econômica rural *versus* econômica urbana, demonstrando que há uma destinação/ordenação das terras de cada município conforme suas potencialidades econômicas e ambientais.

Todas as microrregiões da área de estudo possuem suas fontes de renda voltadas para a agropecuária, portanto, no próximo subitem são levantados os dados referentes aos tipos de culturas e áreas para cada microrregião.

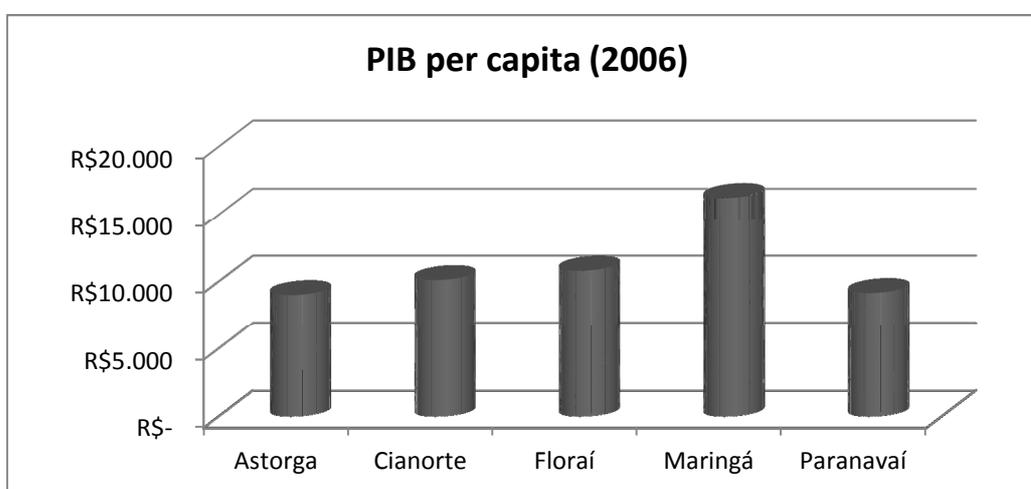


Figura 22 – PIB per capita das microrregiões da área de estudo.

FONTE: IBGE, 2006.

4.5 Evolução do Uso das Terras

4.5.1 Mesorregiões Norte Central e Noroeste Paranaense

As mesorregiões Norte Central e Noroeste Paranaense têm a evolução do uso das terras semelhantes.

A principal diferença se encontra nos limites naturais relacionados aos tipos de solos. Nos locais onde o solo é de textura média/arenosa, desde a década de 1980, os produtores produzem alternâncias de culturas em busca de um ganho maior.

Na década de 2000 há o aumento da produção de álcool em todo o país. Segundo Moraes e Shikida (2002), o cultivo da cana-de-açúcar de açúcar tem se intensificado de forma extensiva e com modelos de mecanização e quimificação sobre os solos, e por causa desta expansão, há o avanço sobre terras potencialmente melhores para outros tipos de cultivos.

Em 2008, a mesorregião Noroeste teve a cultura de cana-de-açúcar com os rendimentos médios mais elevados em relação aos principais produtos agrícolas cultivados. Em contrapartida a mesorregião Norte Central apresenta a Soja como produto mais rentável no mesmo ano (Figura 23).

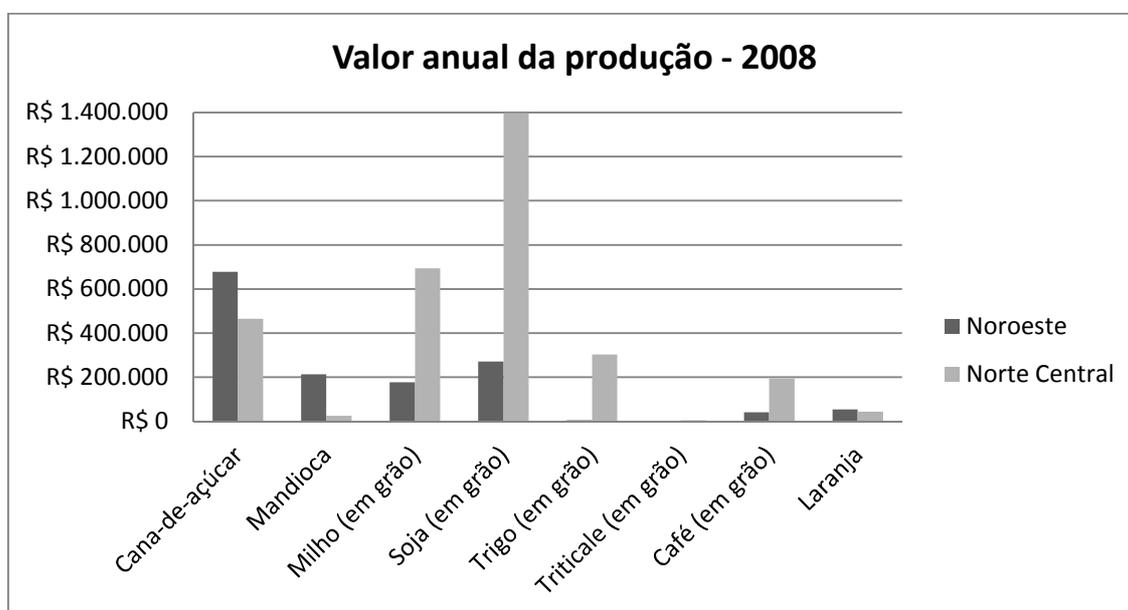


Figura 23 – Rendimento médio anual dos principais produtos agrícolas para as mesorregiões Norte Central e Noroeste Paranaense.

FONTE: IBGE, 2008.

A pastagem é o tipo de uso bastante significativa para a Mesorregião Noroeste, e também, se demonstra bastante presente no Norte Central onde as declividades se acentuam, mesmo que estas possuam solos mais argilosos, são limitadas ao uso da mecanização (Figura 24). Alguns produtores no Norte Central removem pedras em áreas que apresentam solos rasos para efetuar o cultivo de grãos (Figura 25).

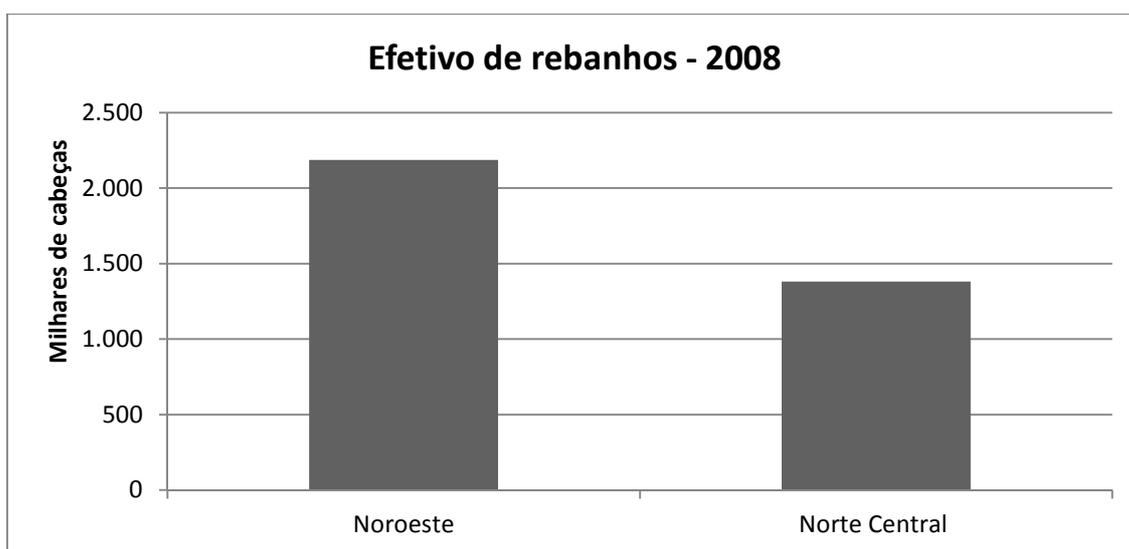


Figura 24 – Efetivo de rebanhos bovinos para as mesorregiões Norte Central e Noroeste Paranaense no ano de 2008.

FONTE: IBGE, 2008.



Figura 25 – Blocos de rocha (basalto) removidos e amontoados em solos rasos para o cultivo de soja em Marialva-PR.

4.5.2 Microrregião de Florai (Doutor Camargo, Florai, Floresta, Ivatuba, Itambé, Ourizona, São Jorge do Ivaí)

A microrregião de Florai teve uma área colhida de soja de 70.600 hectares em 1980, e em 2008, expandiu-se para 90.600 hectares. Enquanto que a quantidade produzida do grão aumentou de 175.506 toneladas (1980) para 254.804 (2008), esta evolução é apresentada na Figura 26.

Para efeito de análise dos usos da terra, foram selecionadas as microrregiões pertencentes a área de estudo e realizado um levantamento de dados específico para cada um dos principais usos. Este detalhamento é apresentado nos itens a seguir.

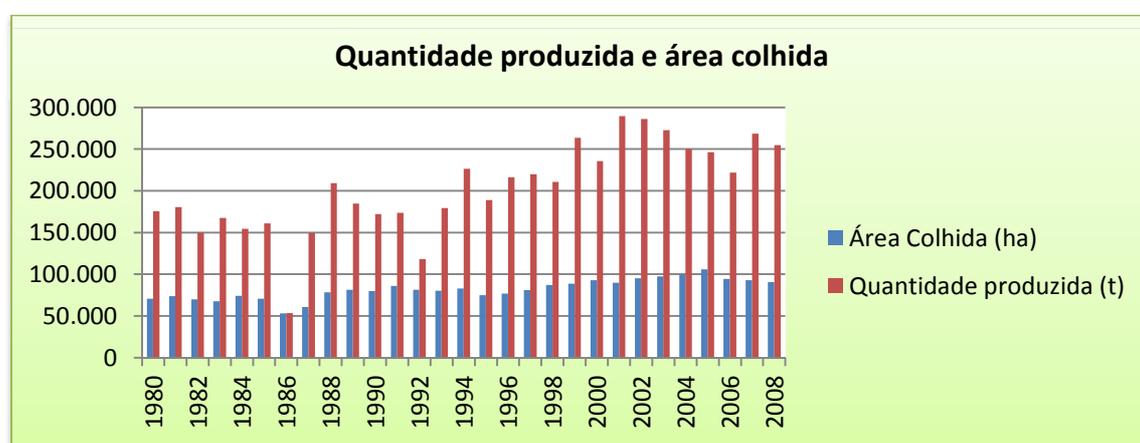


Figura 26 – Quantidade produzida e área colhida de soja para a microrregião de Florai.
FONTE: IBGE, 2008.

Os produtos agrícolas mais rentáveis à microrregião de Florai no ano de 2008 são respectivamente, a soja, milho, cana-de-açúcar e laranja, conforme Figura 27.

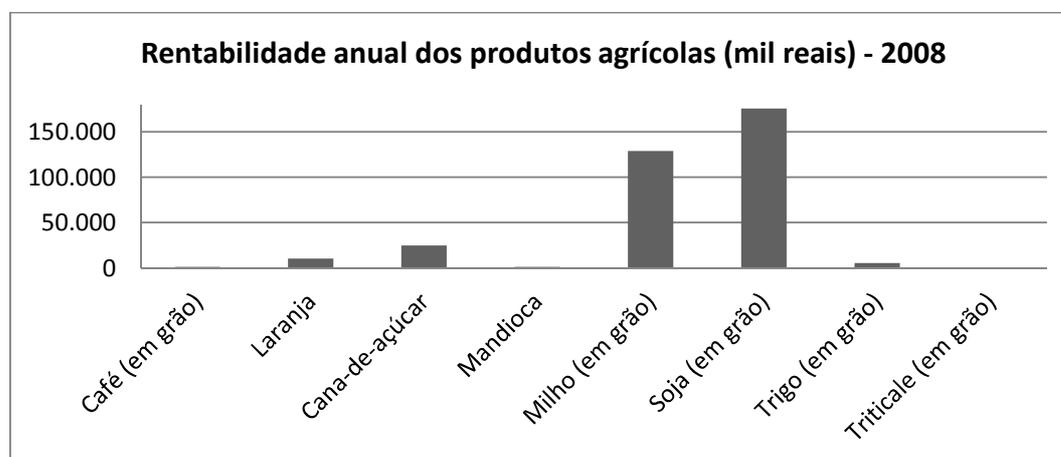


Figura 27 – Principais produtos cultivados na microrregião de Florai.
FONTE: IBGE (Produção Agrícola Municipal), 2008.

A cultura temporária, a partir da década de 1970, nesta microrregião, assim como as demais da área de estudo, foi gradativamente ocupando áreas antes ocupadas pela cultura permanente e pastagens. Em 1995 segundo dados do IBGE as lavouras temporárias representavam 97.980 ha da microrregião e as permanentes 1.397 ha.

Para representar a diminuição das pastagens, os dados de efetivo de rebanho de bovinos são apresentados na Figura 28.

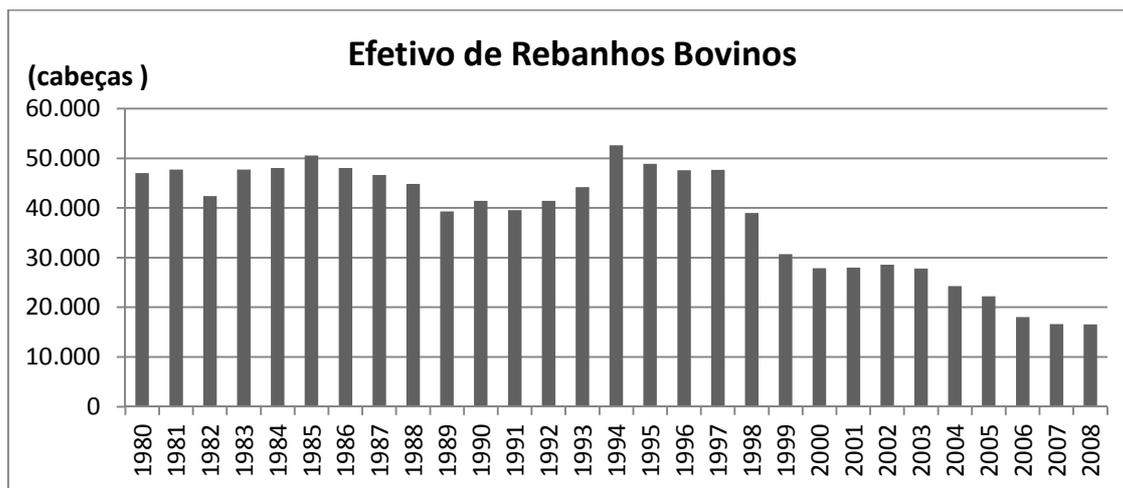


Figura 28 – Efetivo de rebanhos bovinos da microrregião de Florai (1980 – 2008).
FONTE: IBGE, 2008.

Essa diminuição das pastagens se deve também ao fato da expansão da cana-de-açúcar. Este produto teve uma evolução de 19.066 toneladas de quantidade produzida em 1980 para 898.695 toneladas no ano de 2008 (Figura 29).

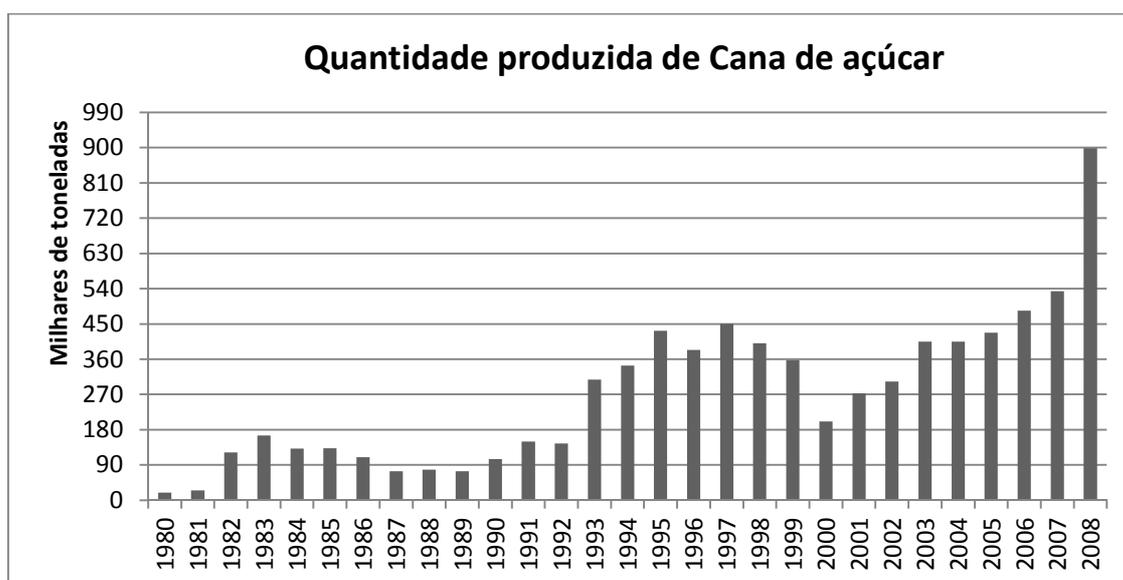


Figura 29 – Quantidade de cana-de-açúcar produzida na microrregião de Florai (1980 a 2008).
FONTE: IBGE, 2008.

4.5.3 Microrregião de Cianorte (Cianorte, Cidade Gaúcha, Guaporema, Indianópolis, Japurá, Jussara, Rondon, São Manoel do Paraná, São Tomé, Tapejara, Tuneiras do Oeste)

O café teve declínio progressivo, como indica a Figura 30. Em 1980 foram colhidas 17.671 toneladas do produto, enquanto que em 1987 houve uma super produção, totalizando 92.072 t e em 2008 esse tipo de cultivo tem sua expressão em 2.441 toneladas colhidas.

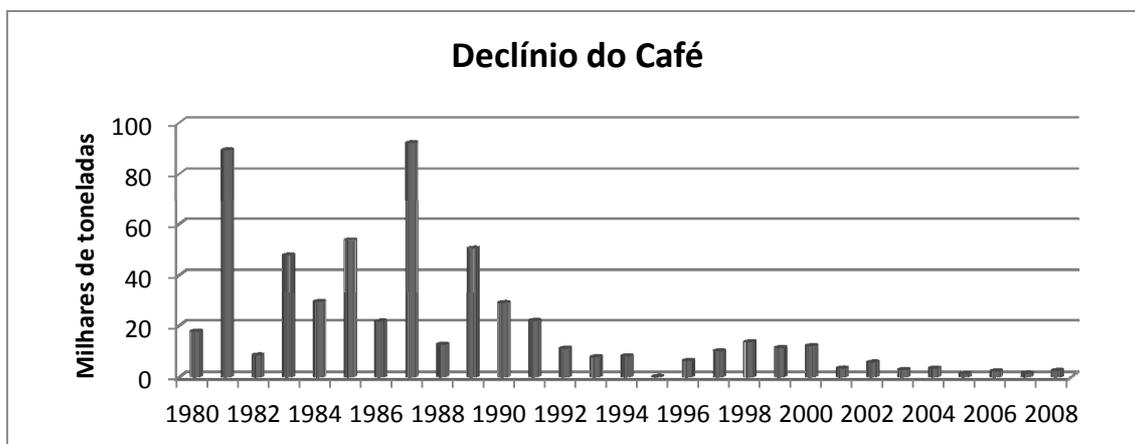


Figura 30 – Declínio do café na microrregião de Cianorte.
FONTE: IBGE, 2008.

A soja teve representatividade nesta microrregião desde a década de 1980, segundo dados do IBGE, e na década de 2000 esta produção está em crescimento, sobretudo por introdução de tecnologia no campo e seus preços de mercado. Os principais produtos agrícolas da microrregião de Cianorte são: cana-de-açúcar, mandioca, milho, soja e o café. Nesta microrregião há uma preponderância da cana-de-açúcar com 8.111.345 toneladas produzidas no ano de 2008, sendo que a mandioca teve uma produção de 211.077 toneladas no mesmo ano. Os dados de quantidade de produção dos produtos agrícolas são apresentados na Tabela 14.

Segundo Grigório Junior (2004), na década de 1970 a microrregião possuía 90.328 hectares dedicados à produção de culturas permanentes, e na década de 1990 houve a diminuição para 12.267 hectares. Em contrapartida as culturas temporárias e pastagens ocuparam esta área antes destinada à cultura permanente.

Em 1995, segundo dados do IBGE a microrregião possuía 111.678 hectares de lavoura temporária, e 13.322 de lavouras permanentes.

Os dados de efetivo de rebanhos bovinos apontam que houve redução de 440.614 (1980) para 253.159 bovinos em 2008 (Figura 31).

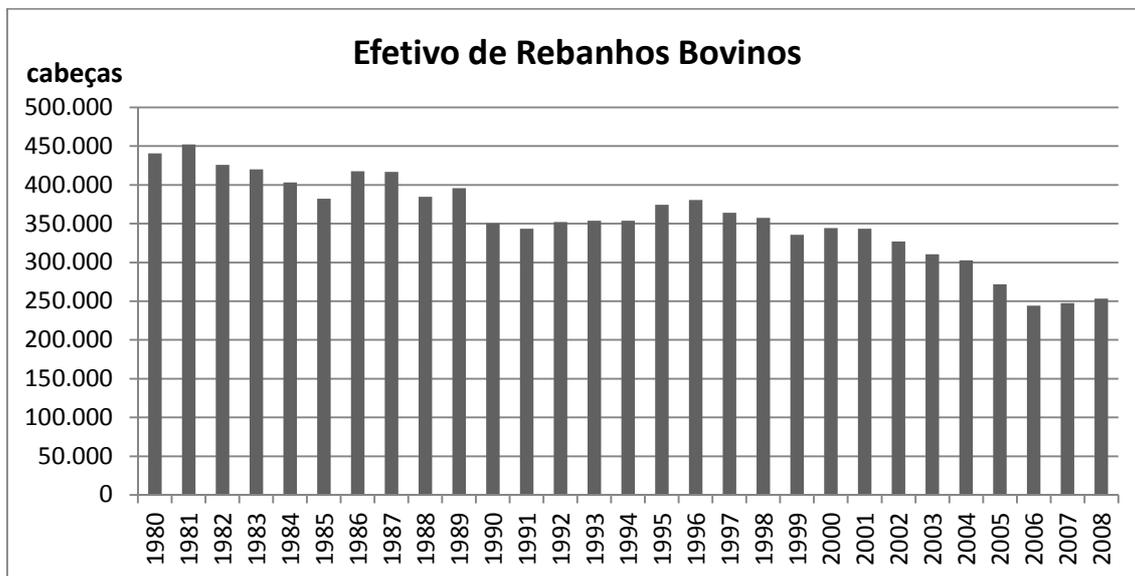


Figura 31 – Efetivo de rebanhos bovinos da microrregião de Cianorte.
FONTE: IBGE, 2008.

Tabela 14 – Produção dos produtos agrícolas na microrregião de Cianorte – 1980 – 2008.

Quantidade Produzida (toneladas)										
Produto Agrícola	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Algodão Herbáceo	7.891	10.829	11.814	10.929	12.224	19.402	10.802	11.652	14.758	13.882
Café	17.671	89.291	8.415	47.788	29.164	53.659	21.558	92.072	12.588	50.432
Cana-de-açúcar	3.500	3.150	107.069	630.732	615.212	1.029.319	996.461	1.252.936	1.074.041	1.111.044
Laranja	1.469	1.459	1.224	734	745	3.787	3.672	-	-	-
Mandioca	94.370	122.504	117.072	112.320	172.583	183.716	195.596	187.324	169.796	105.860
Milho	30.730	31.836	33.147	35.695	34.485	41.091	9.949	59.376	39.595	28.452
Soja	43.518	33.391	30.112	40.592	33.207	46.327	13.939	45.752	46.238	33.570
Trigo	9.562	6.891	12.830	11.313	15.660	25.511	20.819	29.922	34.049	31.068
Quantidade Produzida (toneladas)										
Produto Agrícola	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Algodão Herbáceo	11.925	14.020	16.859	9.534	7.125	10.323	6.963	2.529	1.871	582
Café	28.778	21.846	11.041	7.748	8.103	112	6.288	10.034	13.555	11.347
Cana-de-açúcar	1.081.558	1.265.472	1.440.801	1.557.399	2.165.214	2.650.604	3.116.352	3.192.681	3.489.679	3.843.131
Laranja	-	-	-	-	4.800	27.274	24.519	23.556	40.950	40.586
Mandioca	227.500	264.700	270.055	404.700	395.950	328.140	246.500	284.479	275.388	303.200
Milho	22.335	18.313	20.280	36.514	37.645	45.912	42.912	44.862	62.511	69.203
Soja	45.395	37.148	29.907	42.655	53.426	52.130	59.740	43.366	56.130	63.444
Trigo	14.984	15.962	12.864	12.073	8.348	9.970	18.690	16.582	16.444	16.286
Quantidade Produzida (toneladas)										
Produto Agrícola	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Algodão Herbáceo	508	786	467	359	1.483	1.484	366	200	38	
Café	12.036	3.348	5.684	2.789	3.315	1.316	2.268	1.378	2.441	
Cana-de-açúcar	3.176.682	3.803.672	3.950.698	4.720.509	5.067.875	5.001.001	5.580.177	7.152.536	8.111.345	
Laranja	45.000	9.660	13.148	11.974	12.296	15.828	16.342	18.779	21.182	
Mandioca	309.907	238.447	225.092	127.197	230.625	264.820	252.680	227.333	211.077	
Milho	47.275	108.451	52.540	118.082	78.116	42.235	77.074	130.620	121.283	
Soja	65.859	91.117	108.028	140.296	143.453	132.070	113.606	132.903	114.014	
Trigo	6.451	8.968	4.202	7.557	11.555	12.092	6.809	4.143	6.155	

FONTE: IBGE, 2008.

No ano de 2008 os produtos que mais renderam em rentabilidade foi a cana-de-açúcar (219 milhões de reais), a soja (66 milhões de reais), o milho (36 milhões de reais) e a mandioca (33 milhões de reais) – Figura 32.

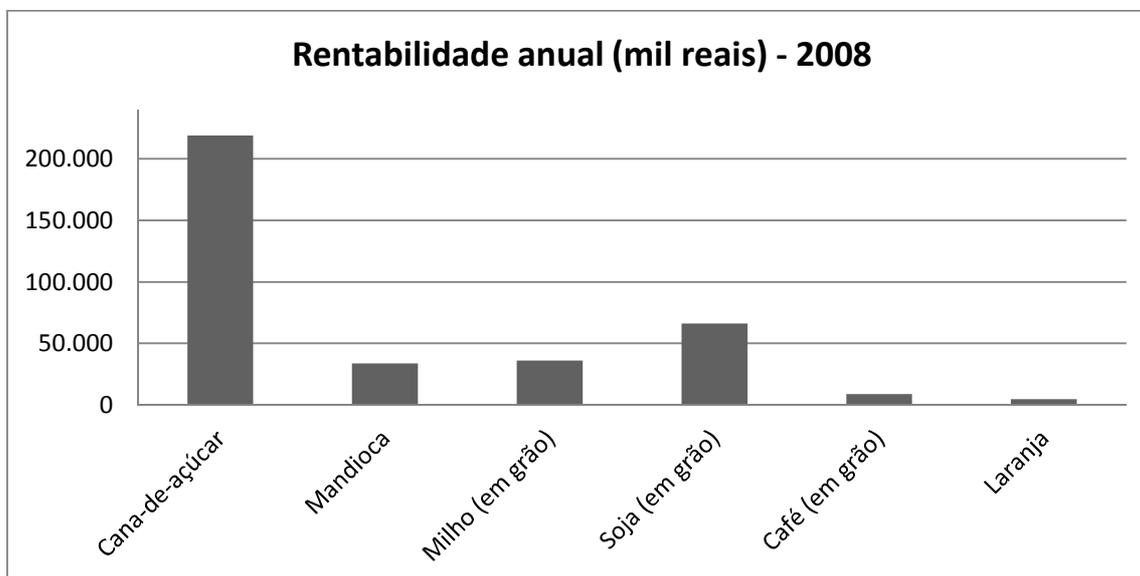


Figura 32 – Rentabilidade anual dos principais produtos agrícolas da microrregião de Cianorte.
FONTE: IBGE, 2008.

A cana-de-açúcar tomou magnitude nesta área a partir do ano de 1982, quando produziu 107.069 toneladas deste produto. A Figura 33, apresenta a evolução de 1980 a 2008 do cultivo de cana para esta microrregião.

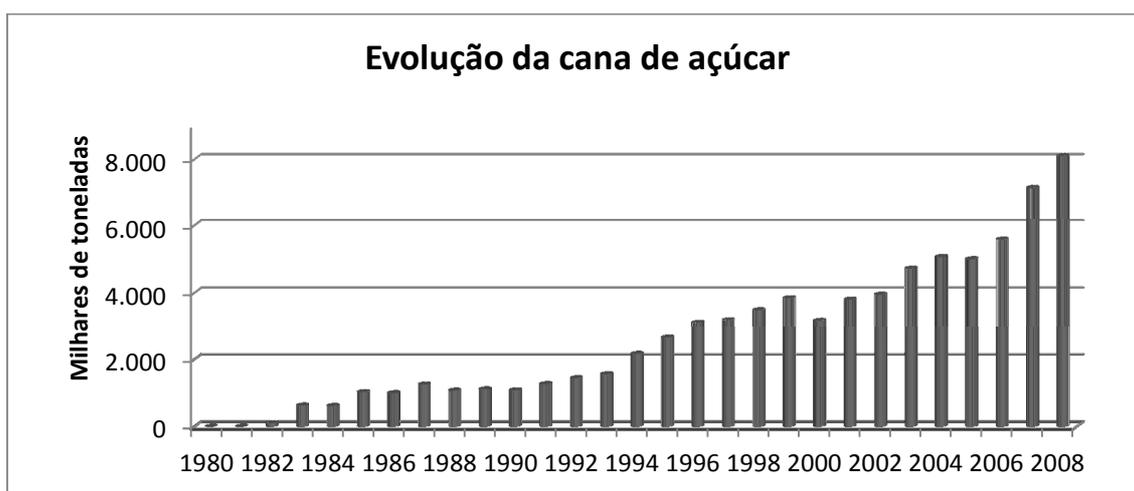


Figura 33 – Evolução da cana-de-açúcar na microrregião de Cianorte.
FONTE: IBGE, 2008.

Na microrregião de Cianorte o bicho da seda também tem representatividade em sua pauta de produtos agropecuários. O gráfico representado pela Figura 34 apresenta entre os anos de 1980 e 2008 a produção deste produto.

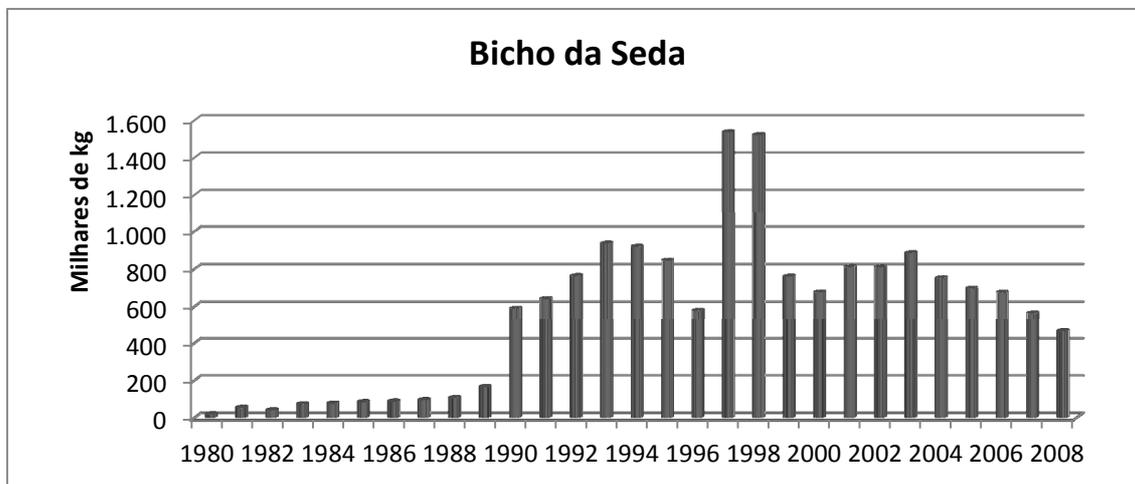


Figura 34 – Produção do bicho da seda para a microrregião de Cianorte.
FONTE: IBGE.

4.5.4 Microrregião de Paranavaí (Alto Paraná, Amaporã, Cruzeiro do Sul, Diamante do Norte, Guairaça, Inajá, Itaína do Sul, Jardim Olinda, Loanda, Marilena, Mirador, Nova Aliança do Ivaí, Nova Londrina, Paranacity, Paranapoema, Paranavaí, Paraíso do Norte, Planaltina do Paraná, Porto Rico, Querência do Norte, Santa Cruz de Monte Castelo, Santa Isabel do Ivaí, Santa Mônica, Santo Antônio do Caiuá, São Carlos do Ivaí, São João do Caiuá, São Pedro do Paraná, Tamboara, Terra Rica)

A cana-de-açúcar se apresenta, também, como o principal produto agrícola na atualidade para a microrregião de Paranavaí. O cultivo deste produto cresceu progressivamente a partir da década de 1990, entretanto estava presente na microrregião desde a década de 1980 (Figura 35).

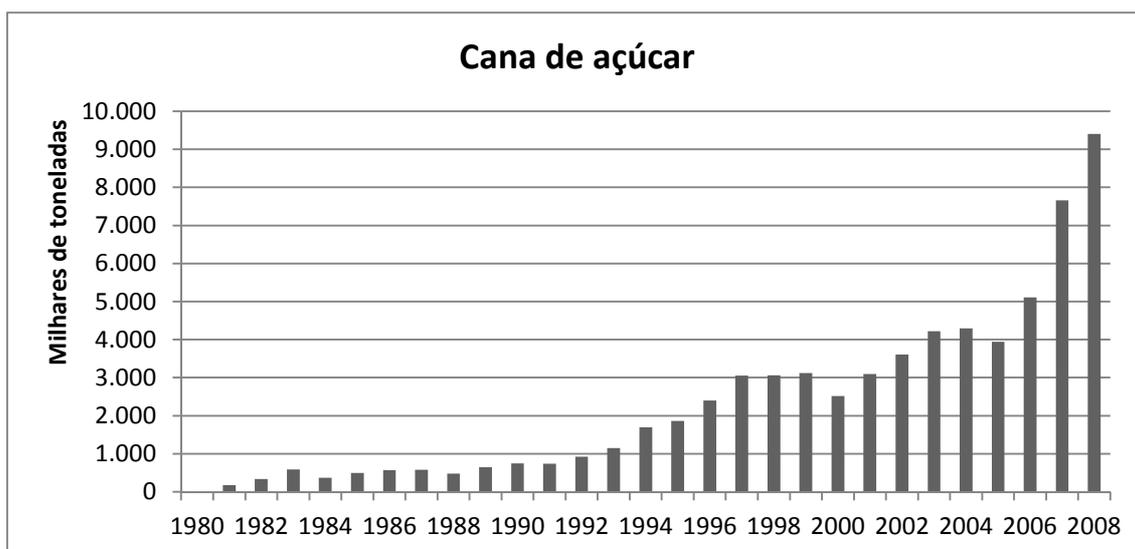


Figura 35 – Evolução da cana-de-açúcar na microrregião de Paranaíba.
 FONTE: IBGE, 2008.

Segundo Paiva et al (2009), desde 1972 a pastagem é um tipo de uso significativo para o município de São Carlos do Ivaí e, se reduziu gradativamente durante essas décadas, mas ainda é representativa. A cultura permanente teve sua área bruscamente reduzida, dando lugar à cultura temporária que se mantém no território, confirmada que boa parte na atualidade é a cana-de-açúcar.

Na microrregião de Paranaíba se situa a COOPCANA (Cooperativa Agrícola Regional de Produtores de Cana), grande produtora de matéria-prima de para álcool e açúcar. Através do gráfico apresentado na Figura 36, nota-se a importância da produção da cana no município de São Carlos do Ivaí.

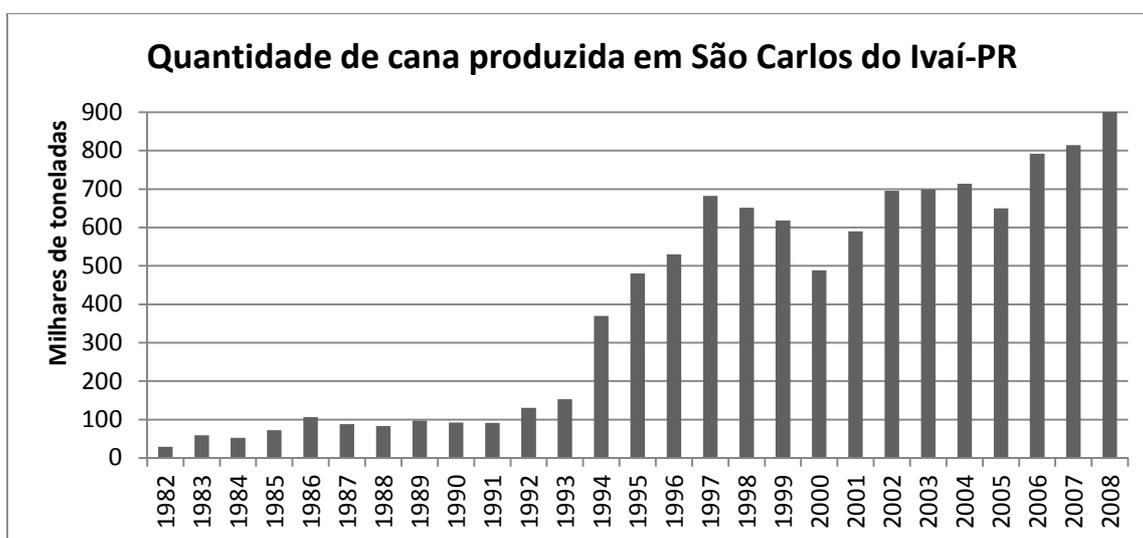


Figura 36 – Evolução da cana-de-açúcar para o município de São Carlos do Ivaí-PR.
 FONTE: IBGE, 2008.

Outro produto significativo para a microrregião é a mandioca, que a partir da década de 1990 teve aumento gradativo, e chegou a uma produção de 1.215 mil toneladas (Figura 37).

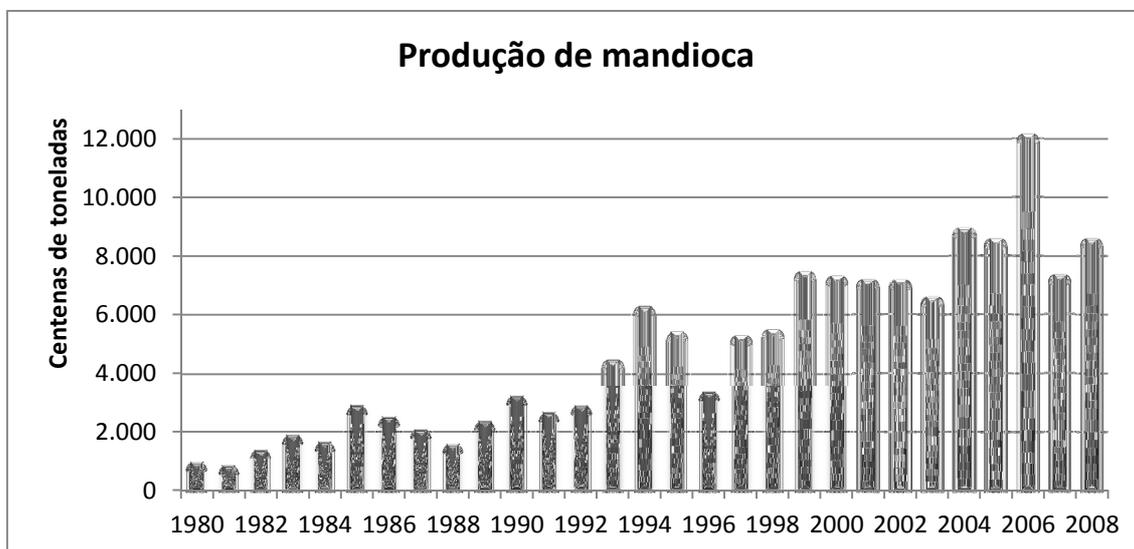


Figura 37– Produção de mandioca na microrregião de Paranaíba.
FONTE: IBGE, 2008.

A pequena redução do efetivo de rebanhos bovinos pode ser verificada através dos dados apresentados na Figura 38. Conclui-se que a pastagem ainda é um uso importante para a microrregião.

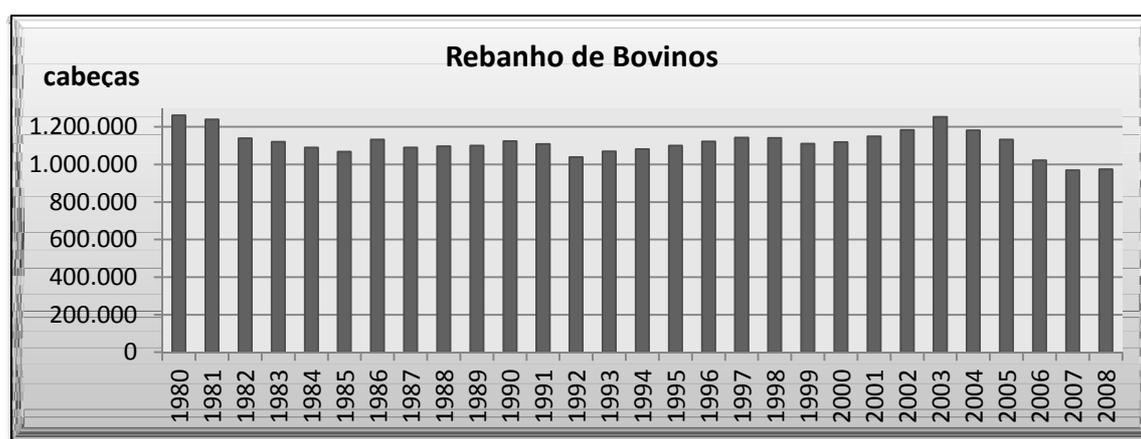


Figura 38 – Rebanho de bovinos na microrregião de Paranaíba.
FONTE: IBGE, 2008.

O bicho da seda ainda tem uma representatividade de 618 mil kg de produção por ano. Seu ápice na microrregião foi em 1993 quando a produção foi de 2.691.916 kg (Figura 39).

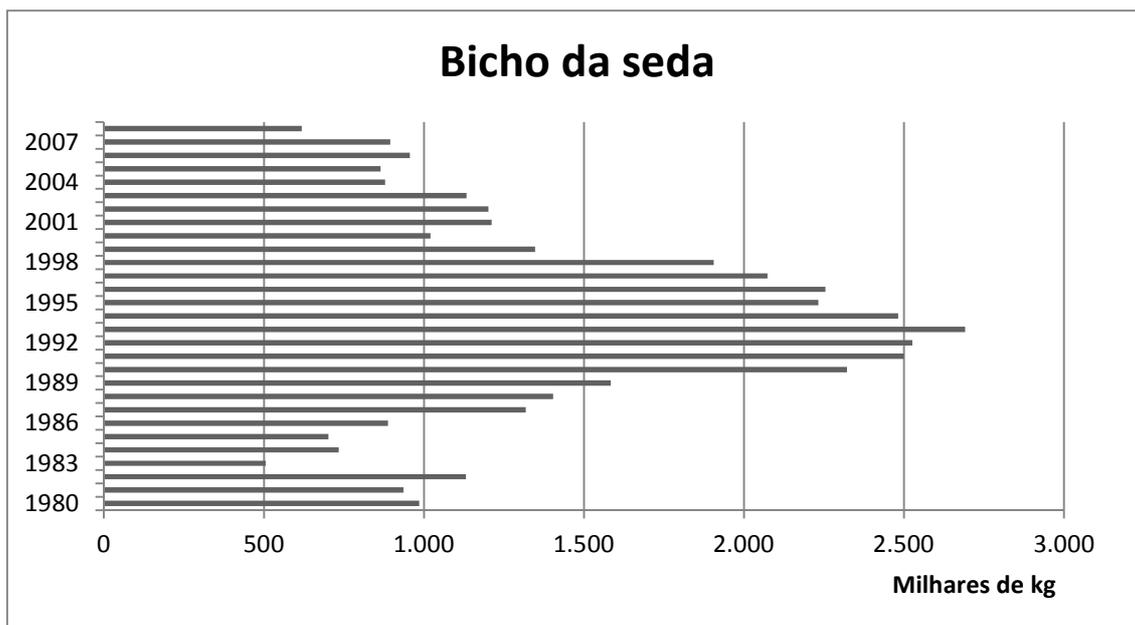


Figura 39 – O bicho da seda na microrregião de Paranavaí.

FONTE: IBGE, 2007.

A soja teve um desempenho significativo no Noroeste do Paraná, sobretudo após a implantação do projeto desenvolvido pela iniciativa da COOCAMAR, denominado de “Projeto Arenito Nova Fronteira”. Este projeto vislumbrou a possibilidade de introduzir a soja em solos mais arenosos, através de estudo de melhoramento de sementes e corretivos químicos para os solos. Nesta microrregião a partir do ano 2000 a soja teve crescimento progressivo e em 2005 apresentou um ápice de produção de 80.606 toneladas (Figura 40).

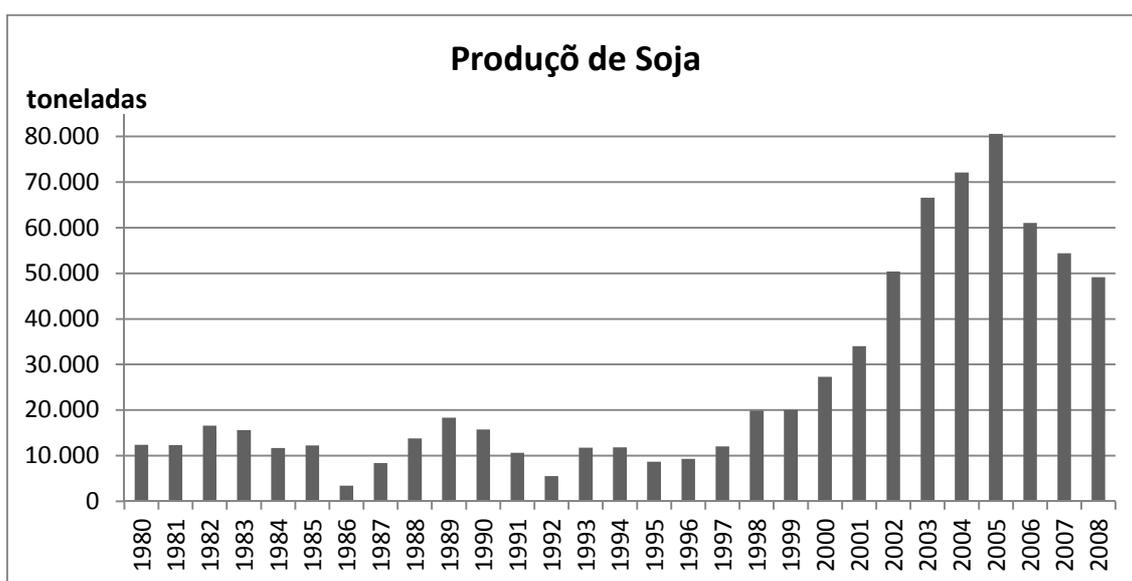


Figura 40 – Evolução da soja na microrregião de Paranavaí.

FONTE: IBGE, 2008.

O milho é uma cultura presente na microrregião, com maior produção que a soja. Esteve sempre estável na década de 1980, com uma produção em torno de 40 mil toneladas, com apenas uma queda de produção em 1986. Na década de 1990 cresceu gradativamente, e na década seguinte alcançou um pico de 125.985 toneladas em 2003 (Figura 41).

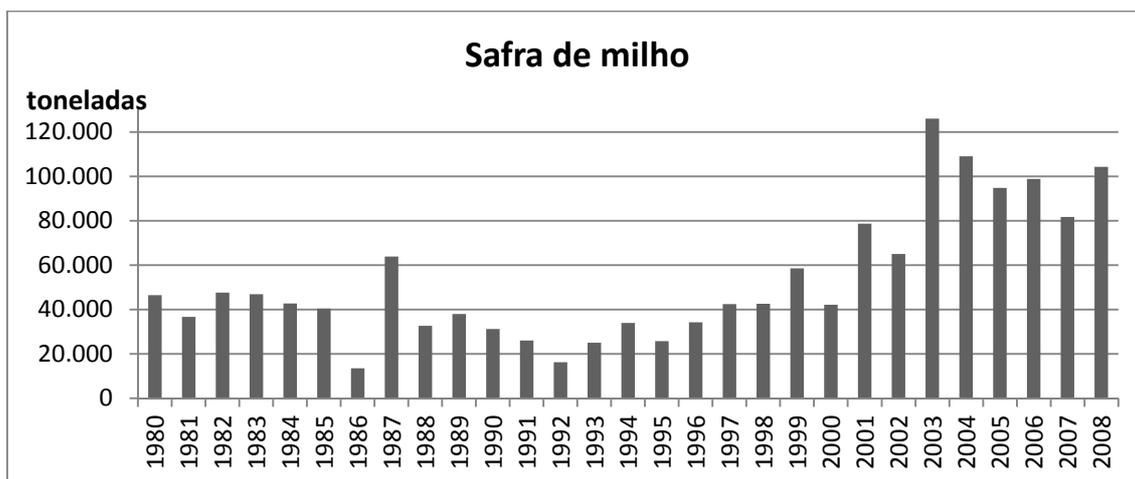


Figura 41 – Evolução da safr de milho na microrregião de Paranaaí.
 FONTE: IBGE, 2008.

O rendimento médio anual em reais da cana-de-açúcar é o mais elevado com 272 mil reais. As demais culturas são apresentadas na Figura 42.

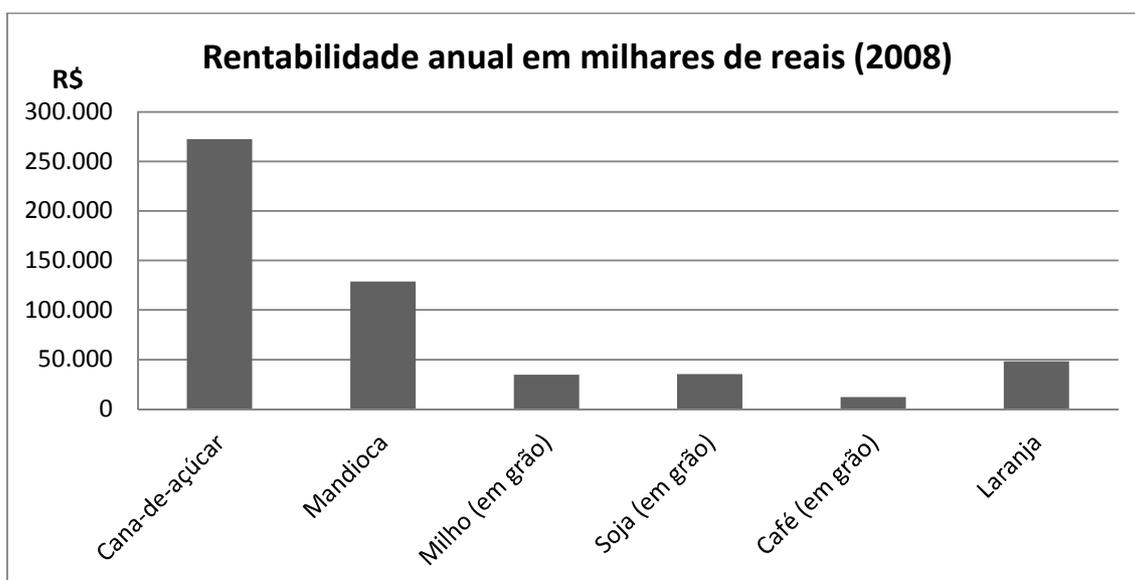


Figura 42 – Rendimento médio em milhares de reais para a microrregião de Paranaaí.
 FONTE: IBGE, 2008.

4.5.5 Microrregião de Maringá

Esta microrregião é representada na área de estudo pelo município de Paiçandu e por parte do município de Maringá, portanto foram levantados dados somente destes municípios.

4.5.6 Município de Maringá

A produção de cana-de-açúcar atingiu em 2008 um rendimento de 80 mil kg/ha. Na microrregião de Maringá está situada a Usina Santa Terezinha, que explora a cana-de-açúcar no município de Maringá e municípios vizinhos. Ela está situada no distrito de Iguatemi. A Figura 43 demonstra o rendimento em kg/ha da cana-de-açúcar em relação aos principais produtos cultivados no município.

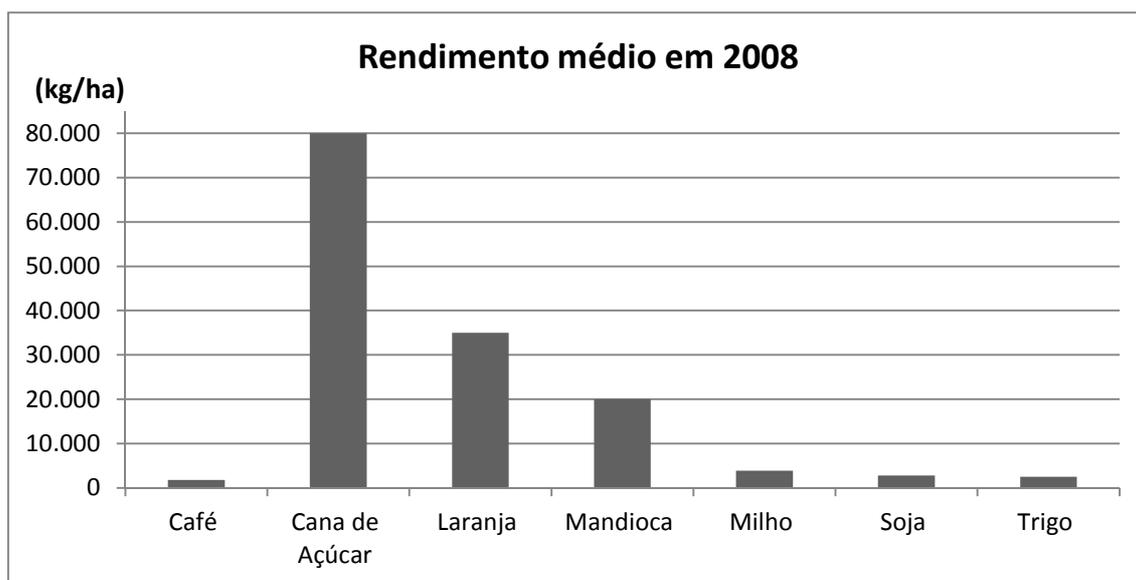


Figura 43 – Rendimento médio para o município de Maringá-PR.
FONTE: IBGE, 2008.

Entretanto, o produto mais rentável para o município é a soja, seguido do milho e trigo. A cana-de-açúcar e o café tiveram a mesma rentabilidade do trigo, demonstrando que a quantidade produzida é considerável para o município, conforme Figura 44.

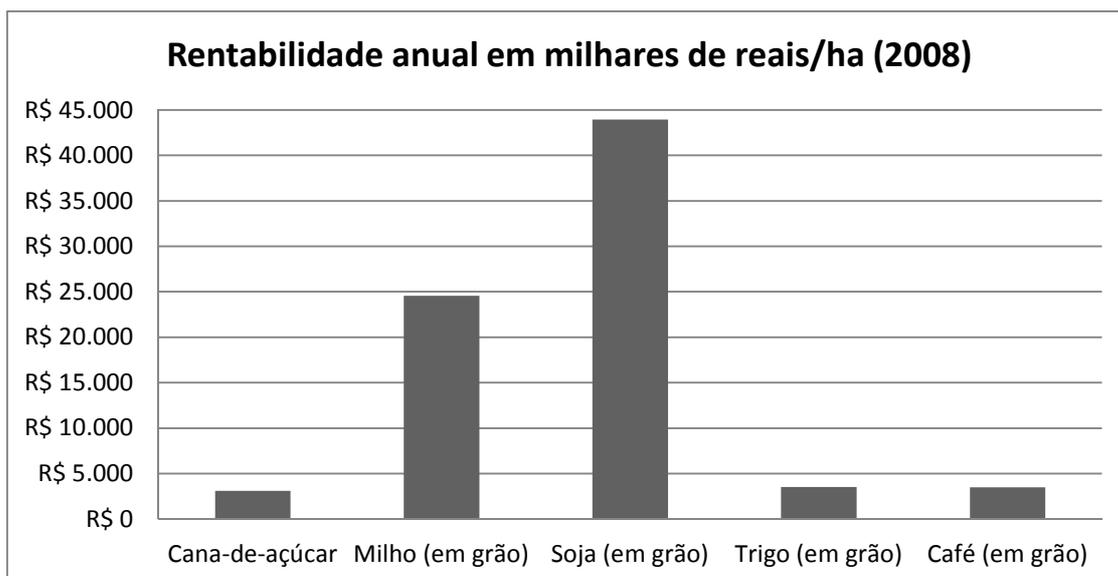


Figura 44 – Rentabilidade em reais dos principais produtos agrícolas do município de Maringá. FONTE: IBGE, 2008.

Historicamente a soja sempre teve grande contribuição na pauta de produtos agrícolas de Maringá, devido à cooperação da agroindústria e de cooperativas regionais que compram, estocam e industrializam este produto. Concomitante à soja, a cana-de-açúcar teve também grandes produções em toneladas desde a década de 1980. Cabe ressaltar que o rendimento em moeda corrente (R\$) da cana-de-açúcar é, e sempre foi expressivamente menor do que o da soja.

Na Figura 45, é apresentada a evolução destes produtos desde o ano de 1980 até o ano de 2008.

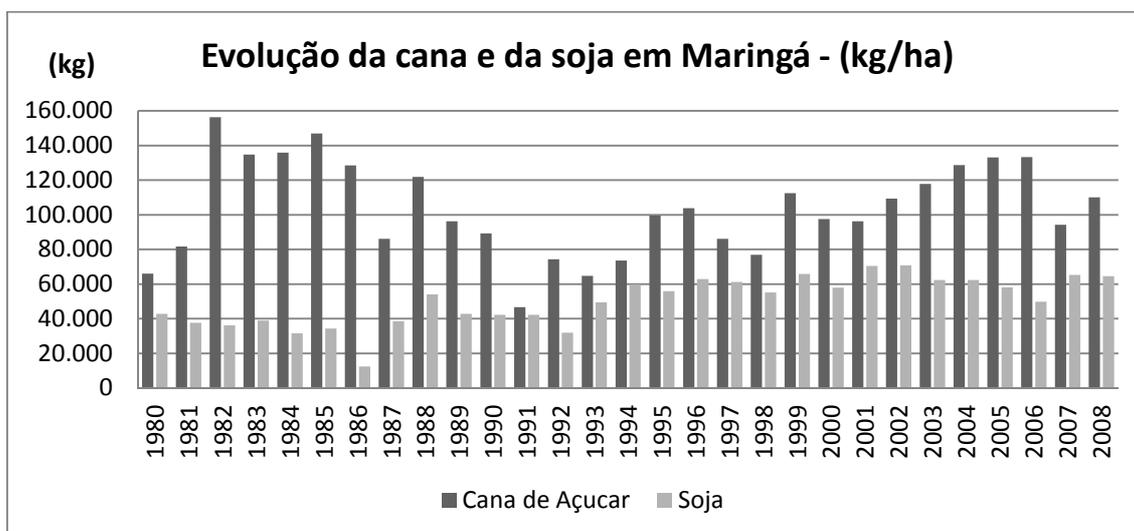


Figura 45 – Evolução da cana-de-açúcar e da soja em kg/ha no município de Maringá-PR. FONTE: IBGE, 2008.

Assim como em praticamente todos os municípios do Norte Central Paranaense, o café também teve um declínio progressivo em Maringá, sendo colhidas, ainda no ano de 1981, 5.765 toneladas (Figura 46).

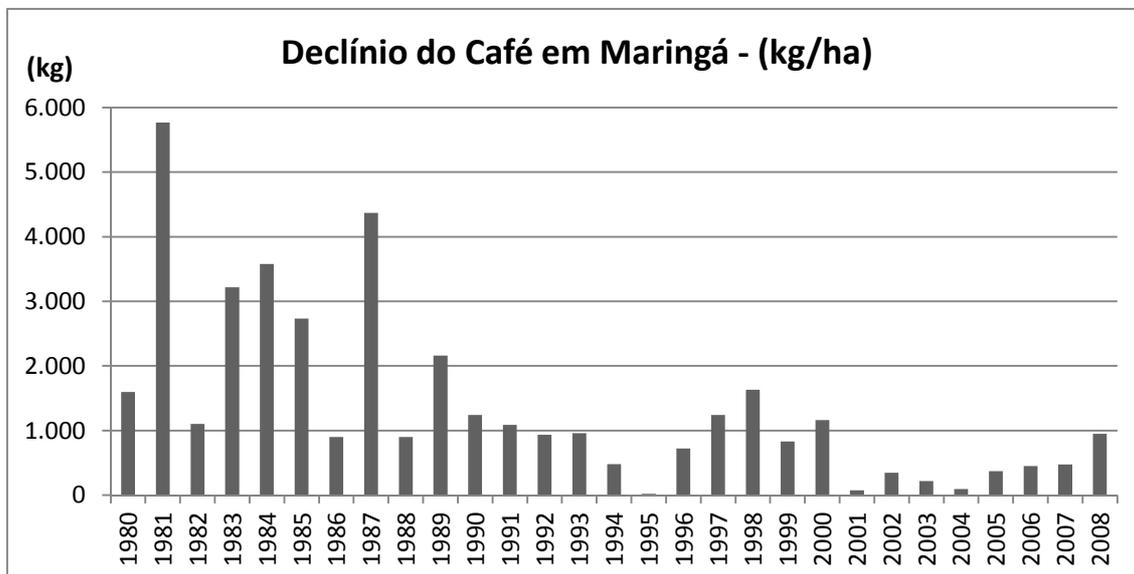


Figura 46 – Rendimento anual do Café (kg/há) no município de Maringá-PR.
FONTE: IBGE, 2008.

A importância do bicho da seda é refletida na Figura 47, que demonstra que no ano de 1981 a produção chegou a 75 mil kg de casulos.

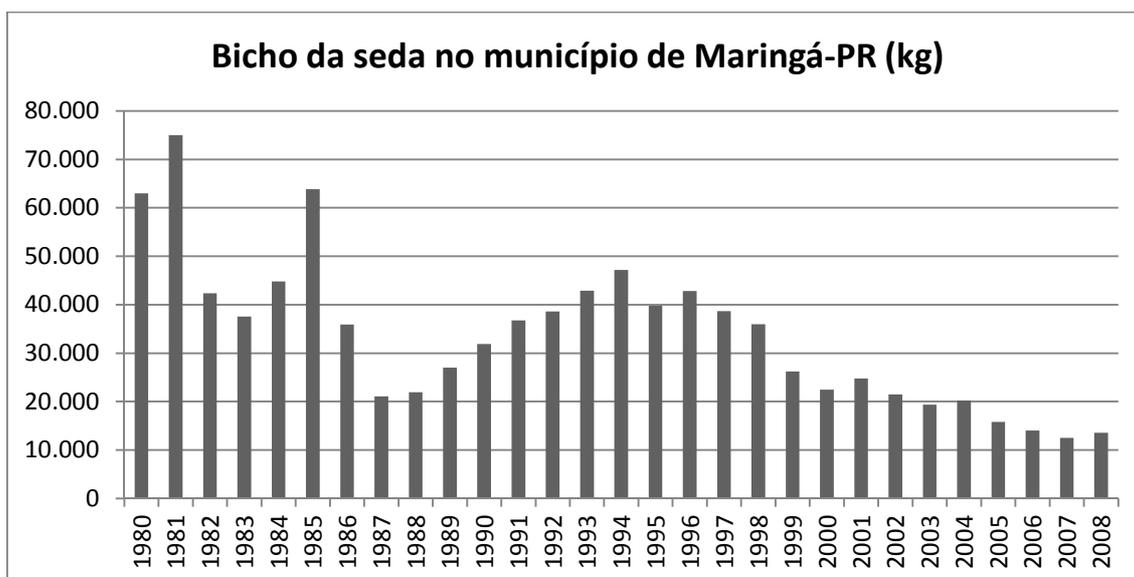


Figura 47 – Produção do bicho da seda em casulos para o município de Maringá.
FONTE: IBGE, 2008.

4.5.7 Município de Paiçandu

O município de Paiçandu teve em 2008 um rendimento médio de soja de 24 milhões de toneladas, com rentabilidade de 24 milhões de reais, enquanto que a cana-de-açúcar produziu 307 milhões toneladas, e rendeu 8 milhões para o município. O rendimento médio de 2008 dos principais produtos agrícolas é apresentado na Figura 48.

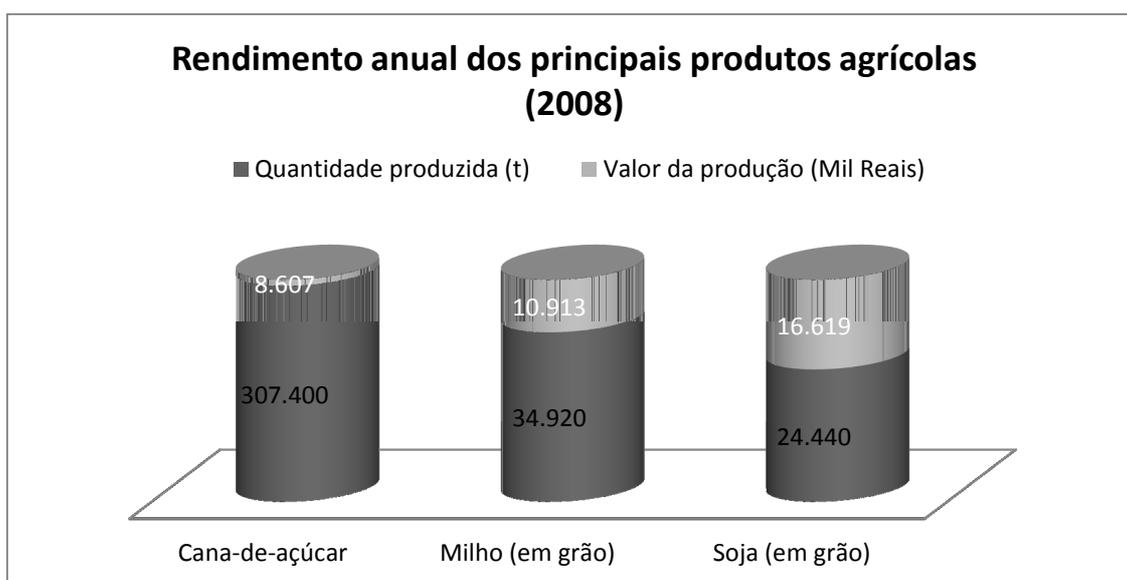


Figura 48 – Rendimento anual (t) e valor da produção anual para o município de Paiçandu-PR (2008).

FONTE: IBGE, 2008.

A cana-de-açúcar tem uma representatividade para a pauta de produtos agrícolas de Paiçandu desde 1980, quando o município produziu 179 mil toneladas de cana-de-açúcar. Em 2008 a produção foi de 307 mil toneladas (Figura 49).

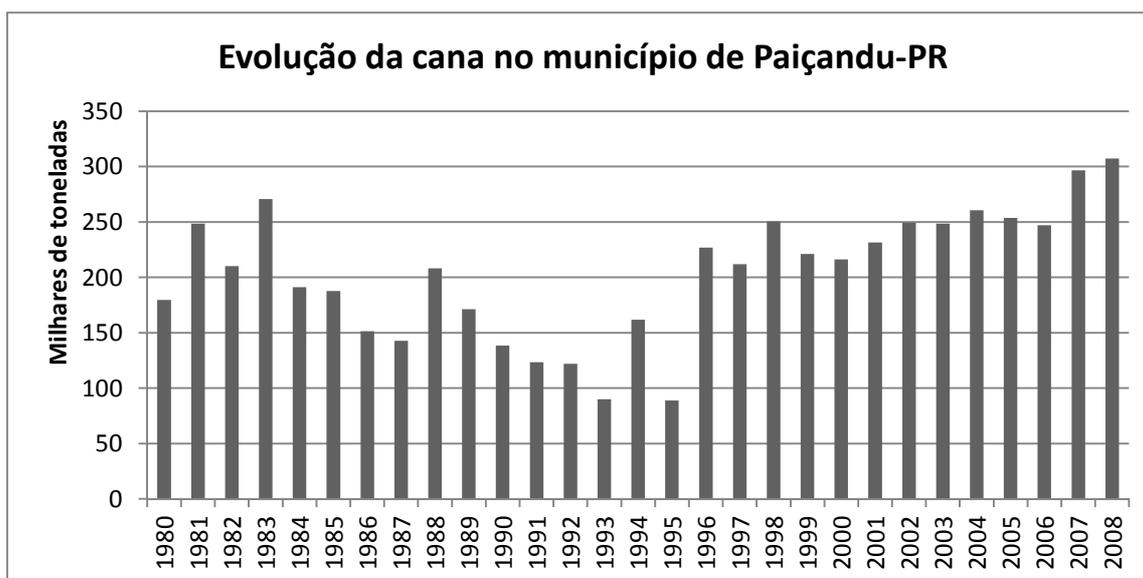


Figura 49 – Evolução da cana-de-açúcar no município de Paiçandu-PR.
 FONTE: IBGE, 2008.

4.5.8 Microrregião de Astorga (Ângulo, Astorga, Atalaia, Cafeara, Centenário do Sul, Colorado, Flórida, Guaraci, Iguaraçu, Itaguaçu, Jaguapitão, Lobato, Lupionópolis, Mandaguaçu, Munhoz de Melo, Nossa Senhora das Graças Nova Esperança, Presidente Castelo Branco, Santa Fé, Santa Inês, Santo Inácio, Uniflor)

Em 1980 foi colhida uma área 908.767 de hectares de cana, e em 2008 este número passou a ser de 8.214.515 ha (Figura 50).

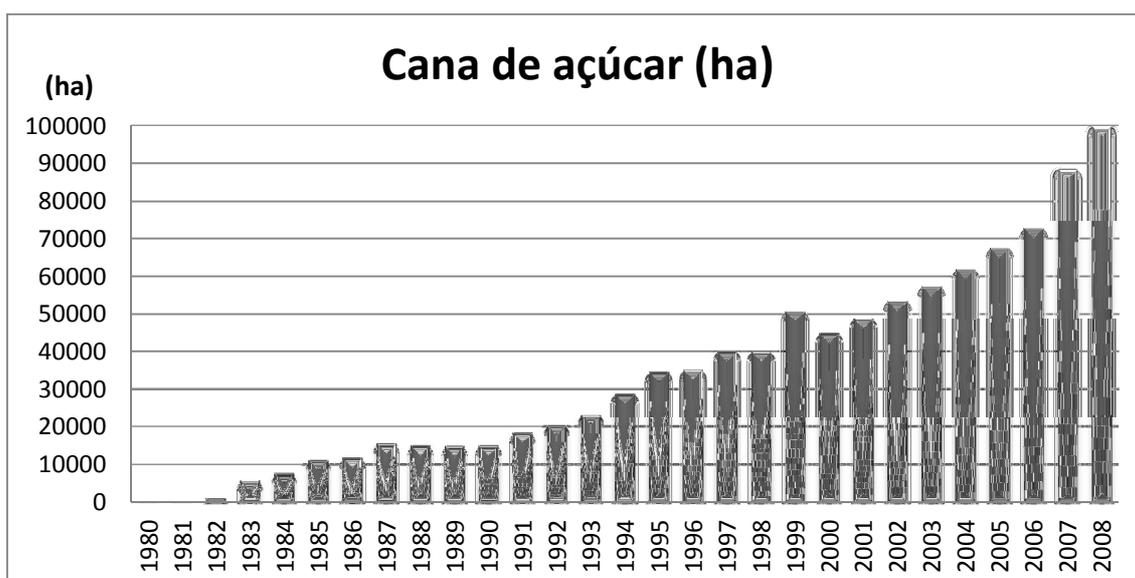


Figura 50 – Área colhida de cana-de-açúcar para a microrregião de Astorga.
 FONTE: IBGE, 2008.

O café teve um declínio progressivo na microrregião de Astorga sendo que em 1981 ainda registrou uma produção de 67 mil toneladas do produto (Figura 51).

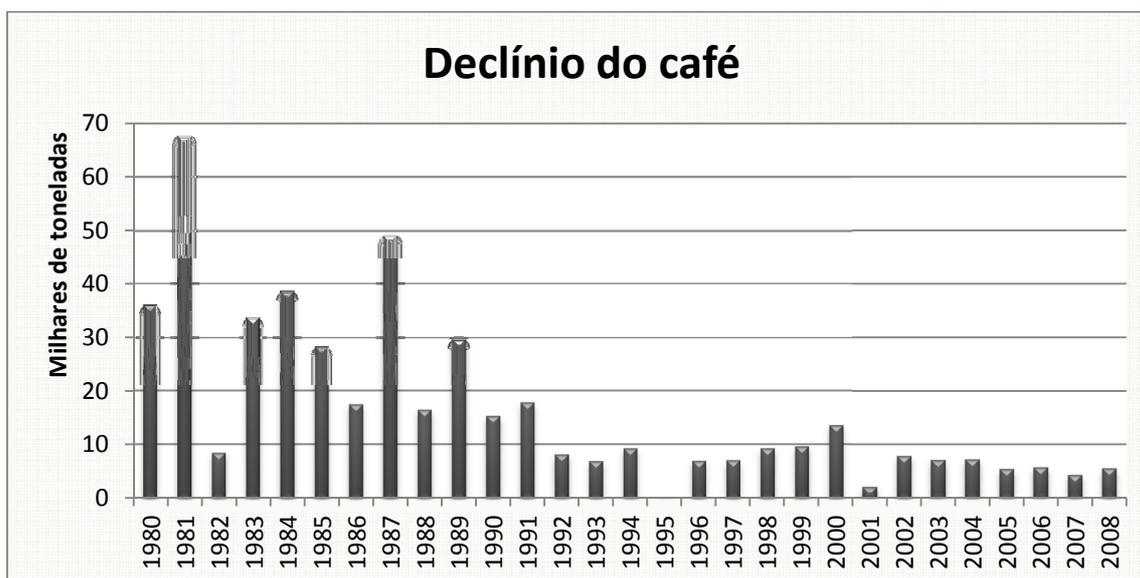


Figura 51 – Declínio do café na microrregião de Astorga.
FONTE: IBGE, 2008.

Esta microrregião teve em 2008 um rendimento médio de 274 milhões de reais para a cana-de-açúcar, 150 milhões de reais para a soja e 90 milhões de reais para o milho, sendo estes três produtos agrícolas os mais rentáveis para a microrregião. Enquanto que a quantidade produzida é liderada pela cana-de-açúcar com 8 milhões de toneladas produzida (Tabela 15).

Tabela 15 – Rendimento médio dos principais produtos agrícolas da microrregião de Astorga.

Produto	Quantidade produzida (Toneladas)	Valor da produção (Mil Reais)
Café (em grão)	5.542	19.552
Laranja	75.294	16.200
Mandioca	124.601	17.803
Soja (em grão)	212.660	150.251
Milho (em grão)	281.188	90.078
Cana-de-açúcar	8.214.515	274.576

FONTE: IBGE, 2008.

4.6 Evolução do uso do solo (1972 – 2006) - mapeamento

A utilização dos solos até a década de 1980 encontrava-se intimamente relacionada às condições edáficas que este apresenta. Os resultados apontaram que na

porção situada na mesorregião Noroeste o uso do solo era de 11 % de lavoura permanente em sua maioria destinada ao café. A lavoura temporária tinha pouca expressão, representava apenas 2,9 % do uso do solo. A maior utilização do solo nesta porção da área de estudo era a pastagem com 72 % (Figura 52).

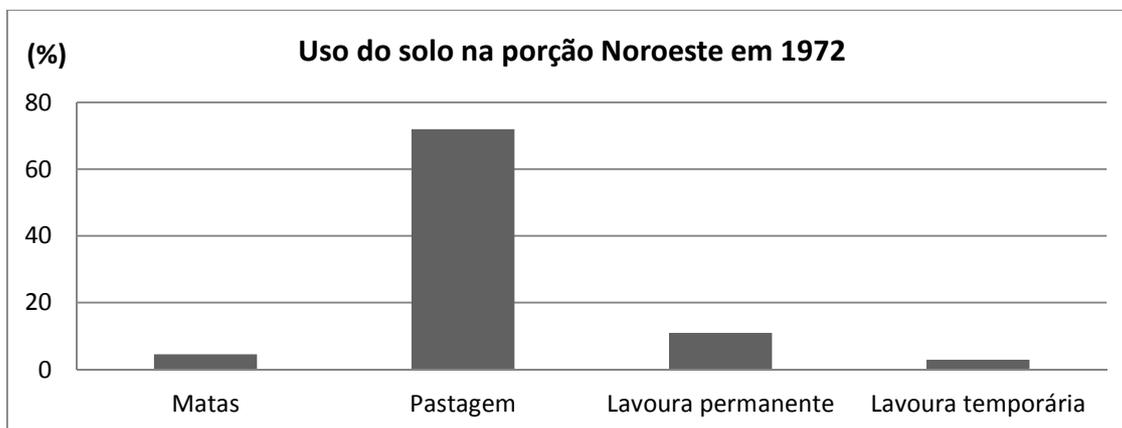


Figura 52 – Uso do solo na porção da área de estudo situada na mesorregião Noroeste paranaense em 1972.

A porção situada na mesorregião Norte Central paranaense apresentava o uso do solo em 1972 com 39 % para a lavoura permanente, indicando o grande potencial das lavouras de café na região. A pastagem também ocupava a maior área, com 55 % do total e a lavoura temporária ocupava apenas 3,1 % (Figura 53).

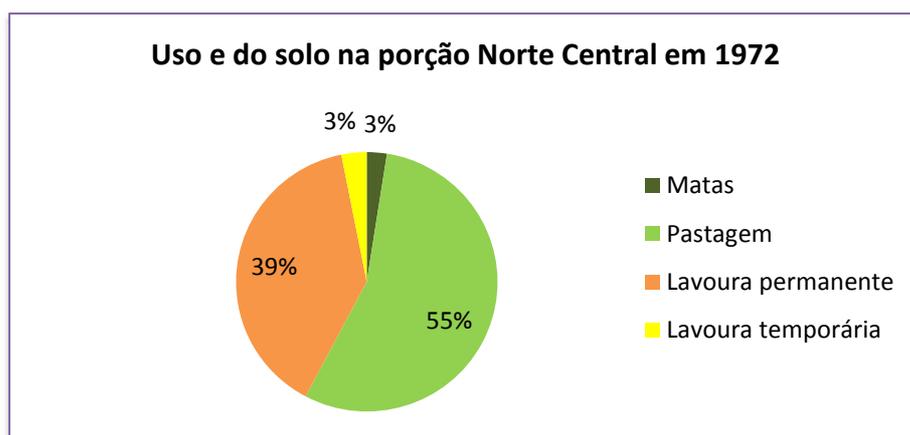


Figura 53 – Uso do solo na porção da área de estudo situada na mesorregião Norte Central paranaense em 1972.

No ano de 1987, a parte da área de estudo situada na mesorregião no Noroeste mudou o seu quadro do uso do solo, tendo ainda a pastagem como maior ocupação, com 78 % da área, entretanto, a lavoura temporária apresentou um aumento de 2,9 % (1972)

para 16,6 %. Este aumento foi refletido na lavoura permanente que segundo a classificação da imagem não apresentou área de ocupação por este uso (Figura 54).

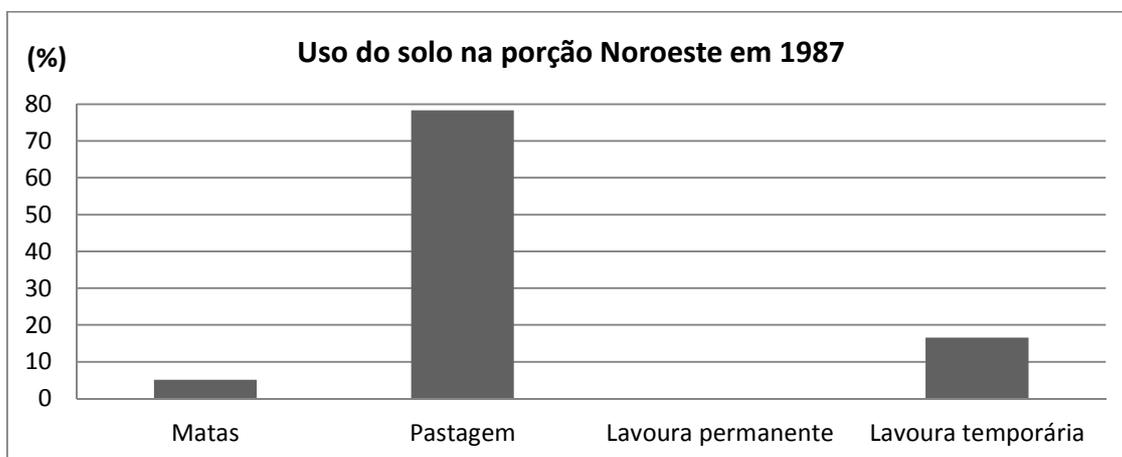


Figura 54 - Uso do solo na porção da área de estudo situada na mesorregião Noroeste paranaense em 1987.

Na porção da área de estudo situada na mesorregião Norte Central paranaense a área ocupada por pastagem aumenta de 55 % (1972) para 69 % em 1987, enquanto que a lavoura permanente está presente, em pequenas áreas, mas não são refletidas na classificação da imagem. A lavoura temporária aumenta de 3,1 % (1972) para 26 %, já neste ano representado a mesorregião, pela soja e milho, como os principais produtos agrícolas da economia do estado do Paraná (Figura 55).

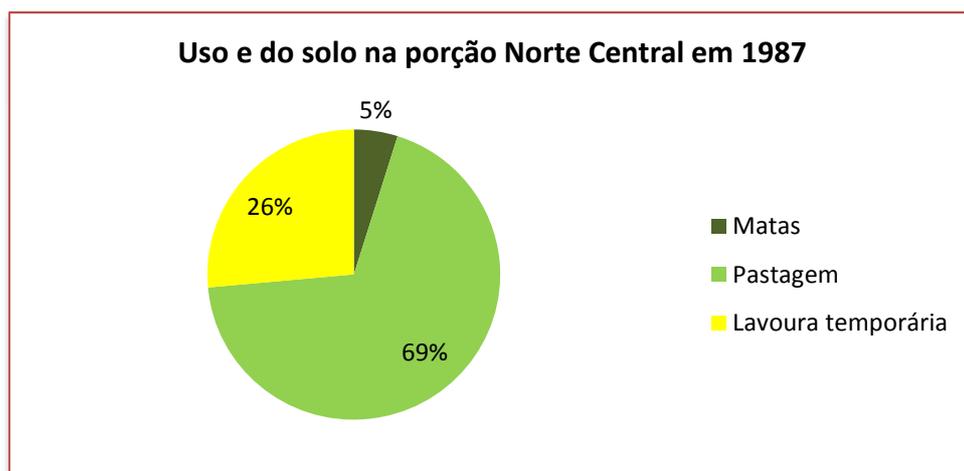


Figura 55 - Uso do solo na porção da área de estudo situada na mesorregião Norte Central paranaense em 1987.

Foram utilizados, como parâmetro para o resultado do mapeamento, os dados do IBGE. O levantamento mais próximo é o do ano de 1995 que indicam que na

mesorregião Noroeste paranaense a pastagem ocupava 70 % da área, a lavoura temporária 16 %, e a permanente 3,2 %. Ainda foi determinada a classe produção mista (lavoura e pecuária) que continha 11 % da área.

Para a mesorregião Norte Central paranaense os dados indicam que 47 % da área eram ocupadas por lavoura temporária, 37 % por pastagem, 3,8 % por lavoura permanente e ainda para a ocupação mista, 12 % de ocupação (Figura 56).

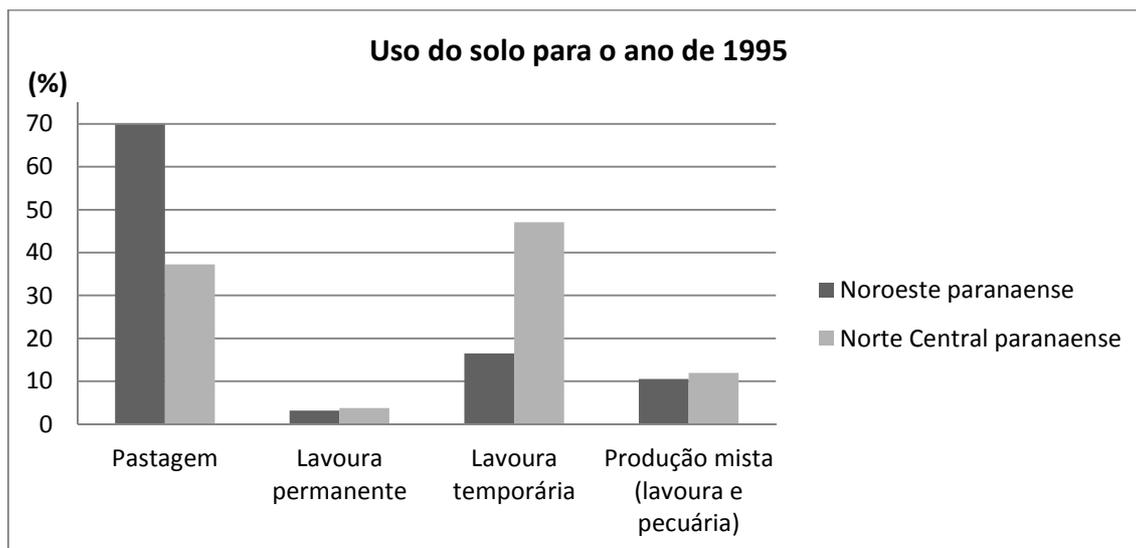


Figura 56– Uso do solo para as mesorregiões Noroeste e Norte Central paranaense para o ano de 1995.

FONTE: IBGE.

Para o uso do solo de 2006 na porção da área de estudo situada na mesorregião Noroeste paranaense o uso do solo é ainda dominado pela pastagem com 74 % da área, seguido pela lavoura temporária com 17 %. A lavoura permanente existe em quantidade de área não classificável pela resolução espacial da imagem utilizada (Figura 57).

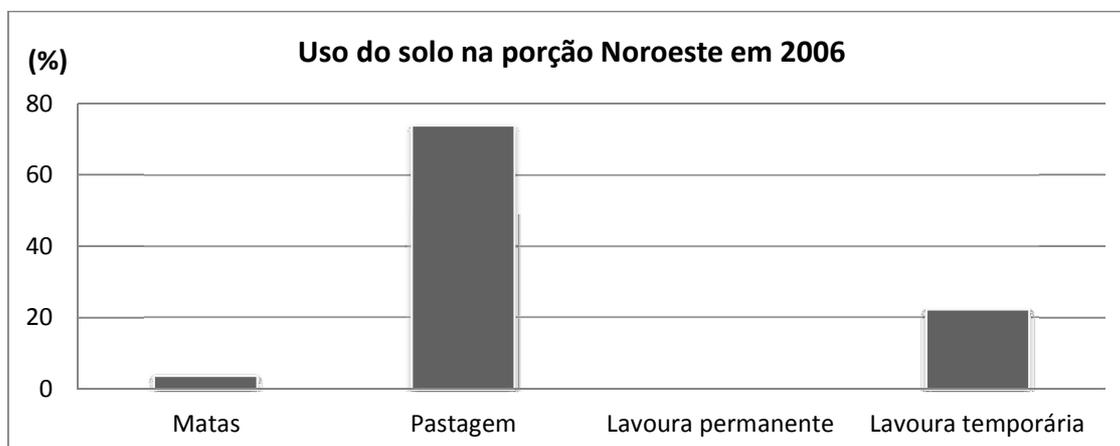


Figura 57 - Uso do solo na porção da área de estudo situada na mesorregião Noroeste paranaense em 2006.

Na região da área de estudo situada no Norte Central a maior área de ocupação do uso do solo foi a pastagem no ano de 2006, com 56 % do total, seguido pela lavoura temporária, com 41 % de ocupação (Figura 58).

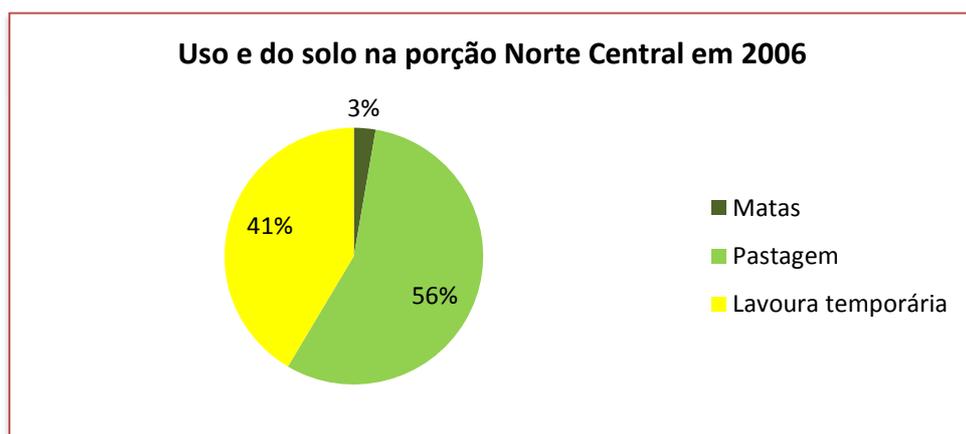
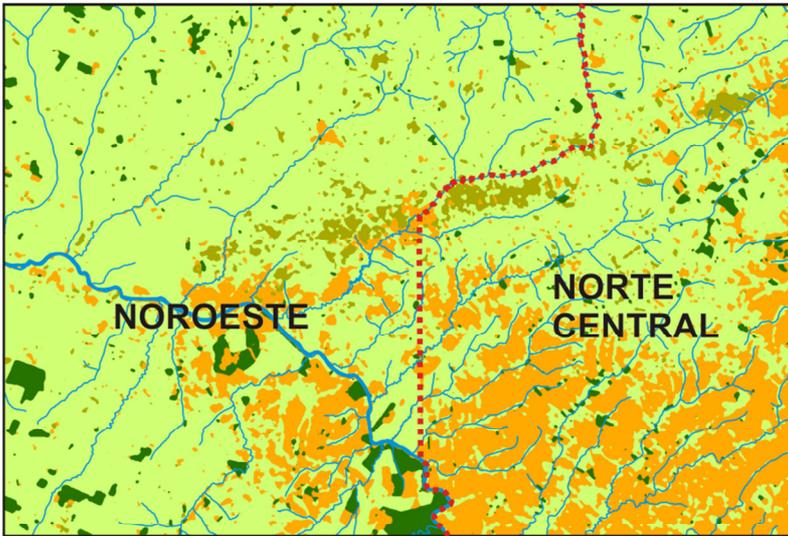


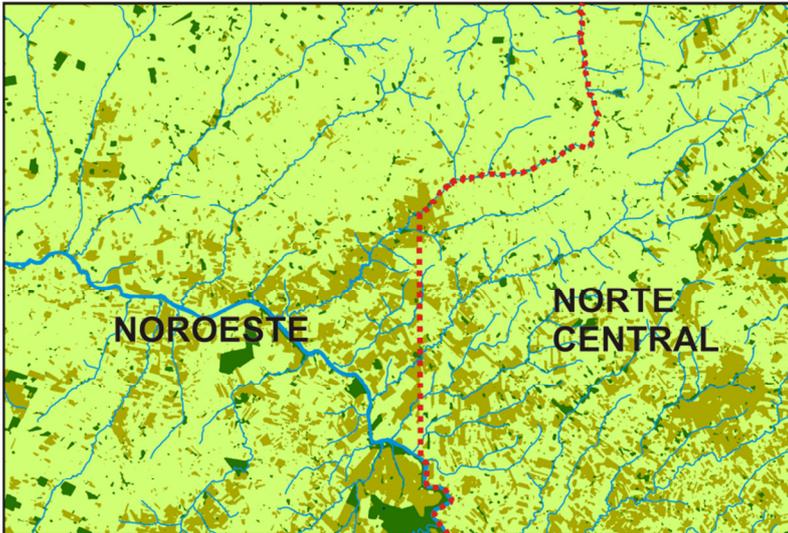
Figura 58 - Uso do solo na porção da área de estudo situada na mesorregião Norte Central paranaense em 2006.

A espacialização dos dados do mapeamento de 1972, 1987 e 2006 foi representada na Figura 59.

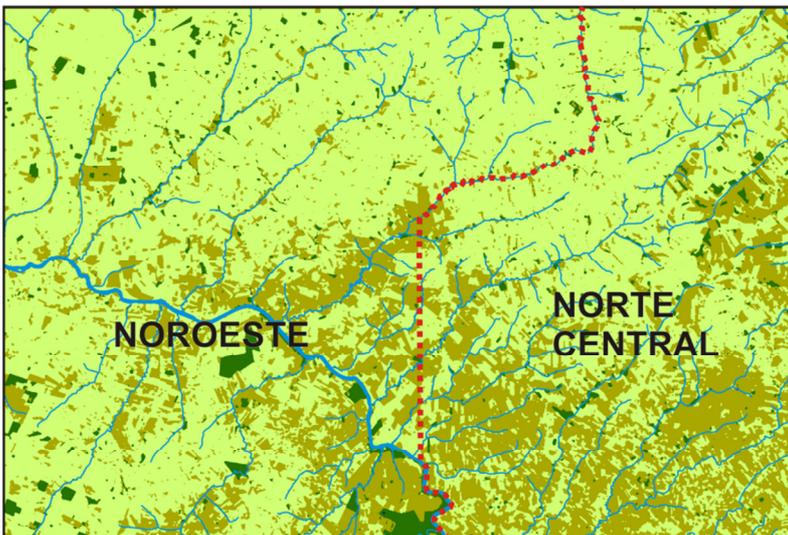
1972



1987



2006



USOS DO SOLO

-  Lavoura permanente
-  Lavoura temporária
-  Pastagem
-  Matas
-  Limite das mesorregiões
-  Cursos d'água



0 20 km

Elaborado por Raniere Garcia Paiva, 2010.

Figura 59 – Evolução do uso do solo na área de estudo.

4.6.1 Principais fatores e impactos da expansão da cana-de-açúcar

A mesorregião Noroeste teve uma substituição gradativa das pastagens pelo cultivo da cana. Há áreas em que os produtores trocaram milho e soja por cana-de-açúcar, sendo que a este é o produto agrícola que mais ocupa áreas plantadas nesta mesorregião (Tabela 16).

Tabela 16 – Área plantada dos principais produtos agrícolas na mesorregião Noroeste.

Produto agrícola	Área plantada (Hectares)
Cana-de-açúcar	289.993
Mandioca	56.911
Milho (em grão)	147.258
Soja (em grão)	159.383
Trigo (em grão)	5.199
Café (em grão)	8.942
Laranja	9.146

FONTE: IBGE, 2008.

Na mesorregião Norte Central paranaense a cana-de-açúcar não ocupa grande extensão em relação à mesorregião Noroeste, tendo apenas parte da produção agrícola em municípios em que foram instaladas Usinas de açúcar e álcool, ou municípios vizinhos a estas indústrias.

A soja é o carro chefe da região, portanto ocupa a maior área plantada, em conjunto com o milho, sendo estes dois os detentores de área ocupadas na mesorregião (Tabela 17).

Tabela 17 - Área plantada dos principais produtos agrícolas na mesorregião Norte Central.

Produto agrícola	Área plantada (Hectares)
Cana-de-açúcar	158.529
Mandioca	7.997
Milho (em grão)	470.408
Soja (em grão)	677.474
Trigo (em grão)	240.090
Café (em grão)	38.082
Laranja	7.682

FONTE: IBGE, 2008.

A cana-de-açúcar teve aumento de produção gradativa no Paraná, desde a década de 1990, e em 2008 atingiu a segunda posição em produção brasileira, ficando atrás somente do estado de São Paulo. A região Noroeste é a maior produtora do estado, com a maior quantidade usinas instaladas.

A região Norte Central apresenta menor número de produção em toneladas do que a região Noroeste, entretanto, um fato importante é de que a produtividade desta área é maior (Figura 60).

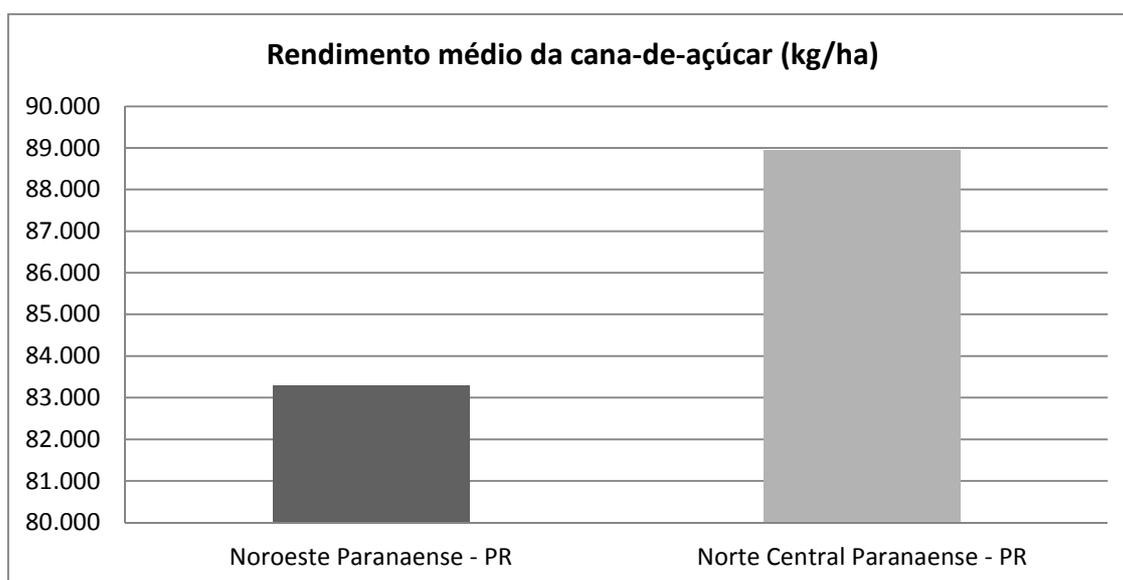


Figura 60 – Rendimento médio da cana-de-açúcar para as mesorregiões da área de estudo.

O rendimento médio da cana-de-açúcar na mesorregião Noroeste é de 83.310 kg/ha, enquanto que para a mesorregião Norte Central, este rendimento é de 88.960. Este fato pode ser atribuído à fertilidade e capacidade de reserva de nutrientes que os solos oriundos de rochas basálticas podem apresentar.

O principal impacto da cultura de cana-de-açúcar é de que as práticas agrícolas associadas a este tipo de atividade podem ser problemáticas, principalmente em termos ambientais, pois em sua fase jovem as culturas não oferecem cobertura vegetal eficiente ao solo, que fica desprotegido, causando remoção do horizonte superficial pela ação das águas da chuva. Quando há queimada promovida na fase da colheita, esta apresenta efeitos danosos porque não possibilita a recomposição de matéria orgânica nesses solos. Além dos impactos naturais, há os impactos químicos, por aplicação de corretivos de solos, hormônios para controle da produtividade, e também, por pesticidas para controle de pragas e insetos (BÖHM, 1991).

A cultura da cana pode ocupar áreas muitas vezes sem a devida atenção as

condições do solo, e também, quando adota técnicas de cultivo e colheita intensamente mecanizadas que promovem alterações no comportamento das propriedades físico-hídricas do solo, que conseqüentemente irão influenciar na produtividade dos canaviais (SOUZA et al. 2004).

Segundo Tavares Filho et al. (1999), a estrutura do solo é modificada em função da compactação, sendo que os macroagregados são destruídos e o solo apresenta estrutura degradada, podendo impedir o crescimento de raízes e diminuir o volume de solo explorado pelo sistema radicular. A compactação é um processo resultante do histórico de tensões recebidas em uma área, sendo que a principal causa de compactação em solos agrícolas é o tráfego de máquinas e caminhões (REICHERT et al., 2003; FLOWERS & LAL, 1998).

Com a compactação há um aumento da densidade e da resistência do solo, redução da porosidade, principalmente a macroporosidade, além de afetar diversos de seus atributos como condutividade hidráulica, permeabilidade, infiltração de água e outras características ligadas à porosidade do solo (REICHERT et al., 2003). Essas alterações físicas, provocadas pela compactação, afetam o fluxo ou a concentração de água, oxigênio, dióxido de carbono, nutrientes e temperatura, que podem limitar o crescimento e desenvolvimento das plantas e causar problemas ambientais (STEPNIEWSKI et al., 1994; REICHERT et al., 2003).

Em áreas onde se instalam usinas de açúcar e álcool, podem ocorrer fortes pressões para que a terras vizinhas cultivem cana-de-açúcar, pois esta possui elevada especificidade locacional, uma vez que sua produção esteja a mais de 50 km das usinas, inviabiliza o seu processamento, devido aos altos custos de transporte. Além desta especificidade locacional, existe a especificidade temporal, pois a cana queimada precisa ser esmagada rapidamente sob pena de ir perdendo qualidade (WAACK & NEVES, 1998).

Na área de estudo pode-se constatar que a erosão pluvial é um impacto constante na cultura de cana-de-açúcar, que deixa o solo mais exposto sob a ação da chuva (Figura 61).



Figura 61 – Lavoura de cana-de-açúcar no município de Tamboara-PR: indícios de erosão laminar.

Outro dado para analisar a ocupação da pastagem é o efetivo de rebanho de bovinos (Figura 62). Para ambas as mesorregiões, a pecuária é um tipo de economia que esteve presente desde a sua ocupação até os dias atuais, devido ao mercado interno estável, e também a fatores de exportação da carne bovina.

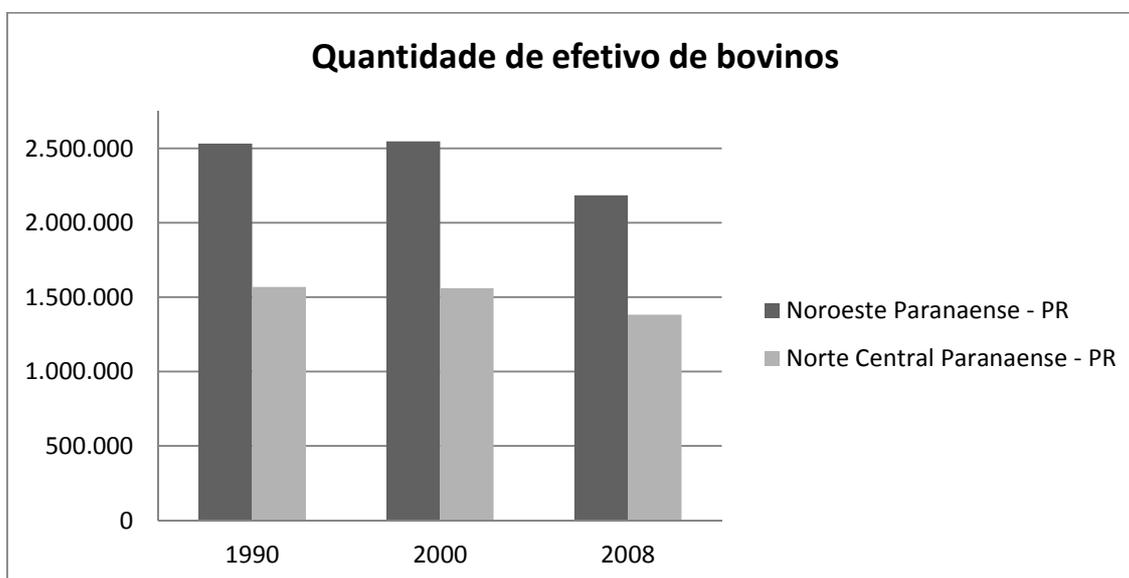


Figura 62 – Efetivo de bovinos para as mesorregiões da área de estudo.

O levantamento e mapeamento do uso do solo permitiram analisar as condições de uso do solo desde anos próximos à situação natural da paisagem da área de estudo, em que teve sua colonização iniciada nas décadas de 1940 e 1950, até os anos atuais. Durante este período de 34 anos analisados, o uso do solo foi constantemente alterado

em função da viabilidade econômica, em nenhuma ocasião devido a análises e estudo de aptidão, ou vulnerabilidade do solo.

Nos próximos itens deste estudo são analisadas as situações somente sobre a base do mapeamento do ano de 2006.

5. COMPARTIMENTAÇÃO DA PAISAGEM NA ÁREA DE ESTUDO

As unidades de paisagem são apresentadas com o apoio de perfis geoecológicos que representam a sua estrutura vertical e horizontal, evidenciando o padrão das formas das vertentes e a relação destas com os demais elementos que as compõem.

A área de estudo foi compartimentada em 18 unidades de paisagem, tendo como “pano de fundo” os compartimentos geomorfológicos, como representado na Figura 63.

As unidades de paisagem classificadas com o apoio nos procedimentos metodológicos de Bolós (1992) e Monteiro (2000) apresentam homogeneidade entre os elementos físicos, sobretudo às relações dos substratos rochosos e os solos. Estes elementos são apresentados na Tabela 12.

5.1 Unidades 3 e 10

Estas unidades se situam no compartimento geomorfológico de Paranavaí, seu relevo é caracterizado por topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” abertos. O substrato geológico é constituído predominantemente pelos arenitos da Formação Caiuá, ocorrendo, entretanto, em alguns fundos de vale, nas menores altimetrias, basaltos da Formação Serra Geral. Há ocorrências da Formação Depósitos Quaternários e Sedimentos Recentes nas proximidades do vale do Rio Ivaí. Estas unidades estão localizadas na mesorregião Noroeste paranaense.

Os solos predominantes são os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos e ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos em ambas as unidades, sendo que na unidade 10 há ocorrência de NITOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos e Eutroféricos, LATOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos e NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos. Estas variações de solos podem distinguir uma unidade da outra, entretanto, o principal elemento que as diferenciam é o uso do solo: a cana-de-açúcar predomina na unidade 10, enquanto que a pastagem domina na unidade 3.

Estas unidades são apresentadas pelo perfil geoecológico na Figura 64.

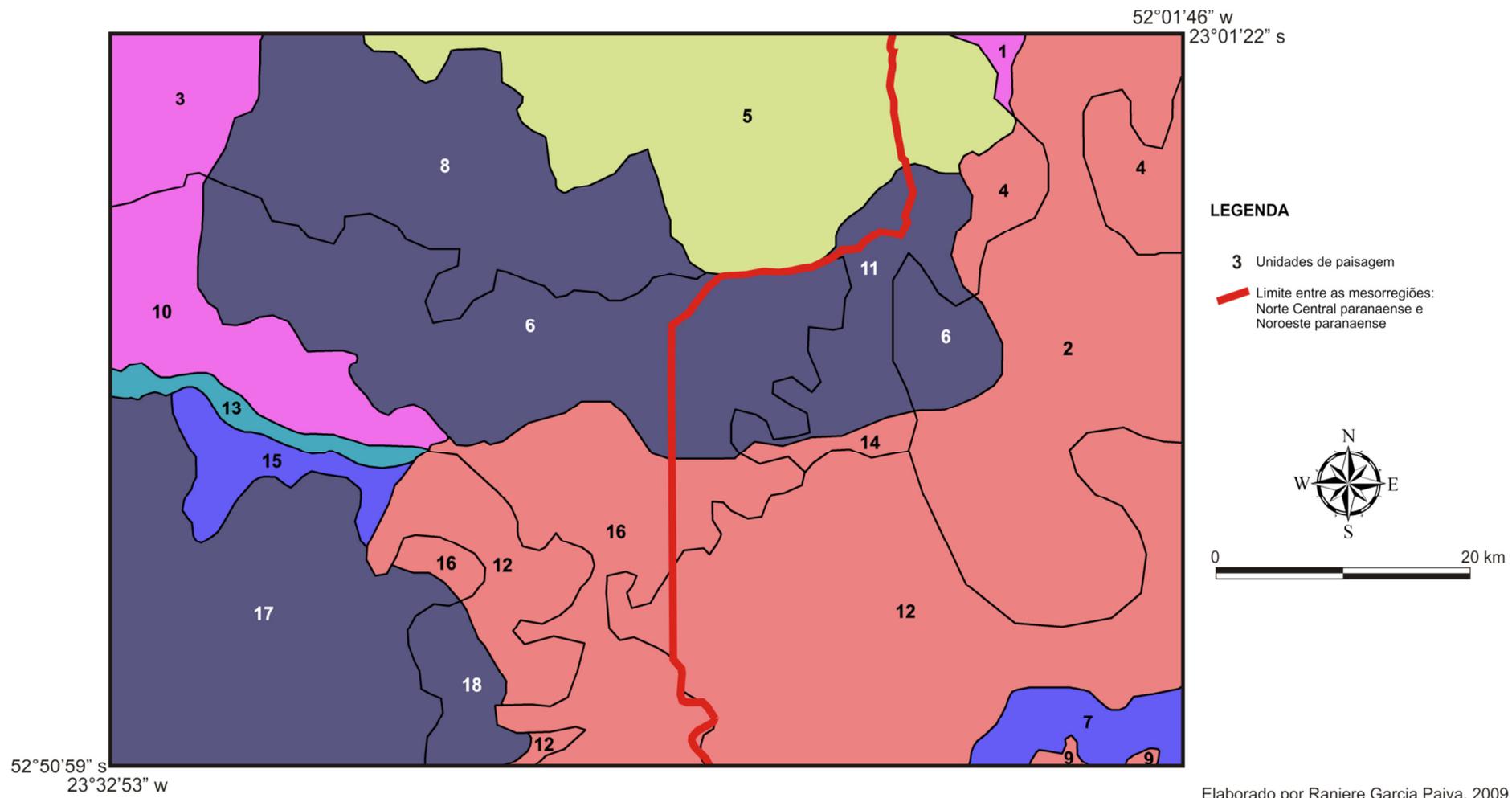


Figura 63 – Mapa de unidades de paisagem da área de estudo.

Tabela 18 – Características geocológicas das unidades de paisagem da área de estudo.

Subunidade Estrutural	Unidade de Paisagem	Substrato geológico / Formação	SOLOS	RELEVO	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO
Compartimento de Umuarama	6	Serra Geral; Caiuá; Sedimentos Recentes	Predomínio de PVe; e PVd. Ocorrênciass de LVd; Lvef; NVdf; NVef	Topos Alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em "V".	Predomínio de cana-de-açúcar e pastagem. Ocorrências de soja/milho; e citrus.
	8	Caiuá; Sedimentos Recentes	Predomínio de PVd. Ocorrênciass de: LVd; LVe; PVe		Predomínio de Pastagem. Ocorrências de cana-de-açucar; soja/milho; e citrus.
	11	Caiuá; Serra Geral	Predomínio de: PVd; PVe; LVd; NVef		Predomínio de Pastagem. Ocorrências de cana-de-açucar; soja/milho; e citrus.
	14	Caiuá; Serra Geral; Sedimentos Recentes	Predomínio de: NVef. Ocorrênciass de: LVe; LVd; e PVd.		Predomínio de Pastagem. Ocorrências de soja/milho; matas esparsas; e citrus.
	17	Serra Geral; Caiuá; Sedimentos Recentes	Predomínio de: PVe; e PVd. Ocorrências de: LVd; LVe; e NVef		Predomínio de cana-de-açúcar e pastagem. Ocorrências de soja/milho; e citrus.
	18	Serra Geral; Caiuá	Predomínio de NVef. Ocorrências de: PVd; PVe; LVd e LVe.		Predomínio de pastagem. Ocorrências de cana-de-açúcar; soja/milho; e citrus. Matas esparsas.
Compartimento de Campo Mourão	2	Serra Geral; Caiuá; Sedimentos Recentes	Predomínio de: NVef; PVd; e LVd. Ocorrênciass de: LVe; LVef; e PVe	Topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha.	Predomínio da cana-de-açúcar, e pastagem. Ocorrências de soja/milho; e citrus. Matas esparsas.
	4	Caiuá; Sedimentos Recentes	Predomínio de PVd e LVd.		Predomínio de pastagem. Ocorrências de cana-de-açúcar; soja/milho; e citrus. Matas esparsas.

Continuação da Tabela 18.

Subunidade Estrutural	Unidade de Paisagem	Substrato geológico / Formação	SOLOS	RELEVO	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO
Compartimento de Campo Mourão	9	Serra Geral	NVef	Topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha.	Predomínio de soja/ Milho e Pastagem. Ocorrências de Matas esparsas.
	12	Serra Geral; Caiuá; Depósitos Quaternários	Predomínio de NVef; e LVef. Ocorrências de: LVe; LVd; PVe; e PVd.		Predomínio Soja/Milho. Ocorrências de cana-de-açúcar e pastagem. Matas esparsas
	15	Serra Geral; Caiuá; Depósitos Quaternários; Sedimentos Recentes	Predomínio de: NVef; PVd; e LVd. Ocorrências de: LVe; e RYbd		Predomínio de Cana-de-açúcar e Pastagem. Ocorrências de citrus; Soja/Milho; e Matas esparsas.
	16	Serra Geral; Caiuá	Predomínio de NVef. Ocorrências de: LVe; LVd; e PVd		Predomínio de soja/ Milho e Pastagem. Ocorrências de Matas esparsas.
Compartimento de Paranaíba	1	Caiuá	Predomínio de: LVd; e PVe	Topos aplainados, vertentes convexas e vales em "V" aberto.	Predomínio de pastagem. Ocorrências de cana-de-açúcar; soja/milho; e citrus. Matas esparsas.
	3	Caiuá	Predomínio de: LVd; e PVd		Predomínio de pastagem. Ocorrências de cana-de-açúcar; soja/milho; e citrus. Matas esparsas.
	5	Caiuá; Serra Geral; Sedimentos Recentes	Predomínio de LVd; PVd. Ocorrências de: NVef; LVe; e PVe		Predomínio de pastagem. Ocorrências de cana-de-açúcar; soja/milho; e citrus. Matas esparsas.
	10	Caiuá; Sedimentos Recentes; Serra Geral; Depósitos Quaternários	Predomínio de: LVd; LVe; e PVd. Ocorrências de: NVdf; NVef; LVef; e RYbd.		Predomínio de Cana-de-açúcar e Pastagem. Ocorrências de citrus; Soja/Milho; e Matas esparsas.

Continuação da Tabela 18.

Subunidade Estrutural	Unidade de Paisagem	Substrato geológico / Formação	SOLOS	RELEVO	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO
Planalto de Apucarana	7	Serra Geral	Predomínio de NVeF; e RRe.	Topos alongados, vertentes convexas e vales em "V".	Predomínio de Soja e Milho. Ocorrências de pastagem. Matas esparsas
Planícies	13	Depósitos Quaternários; Sedimentos Recentes; Caiuá ; Serra Geral	Predomínio de: RYbd. Ocorrências de: LVe; LVd; LVeF; NVeF; PVd; e PVe.	Colinas amplas.	Predomínio de pastagem. Ocorrências de cana-de-açúcar; e soja/milho. Matas esparsas.

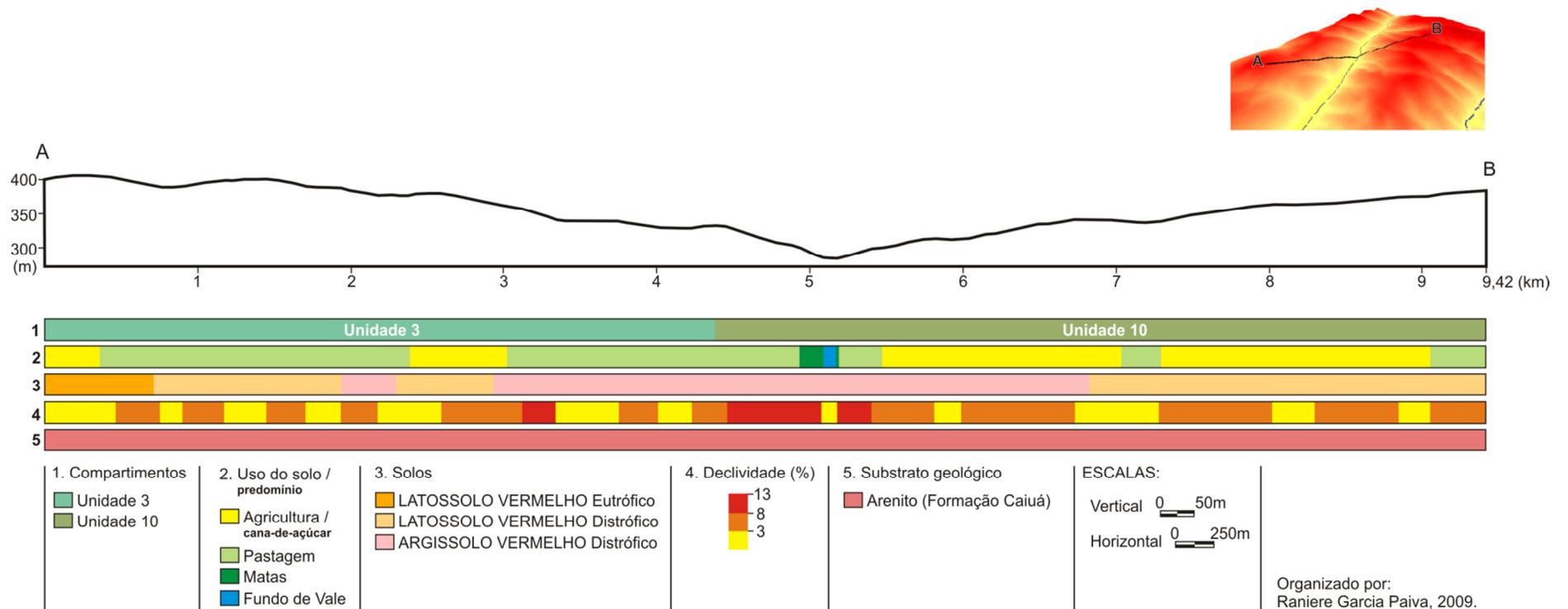


Figura 64 – Perfil geocológico das unidades de paisagem 3 e 10.

5.2 Unidades 2 e 4

As unidades de paisagem 2 e 4 fazem parte da subunidade estrutural geomorfológica de Campo Mourão, com relevo que apresenta topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base, e vales em calha. Estas unidades estão localizadas na mesorregião Norte Central paranaense.

O substrato geológico é composto por rochas da Formação Caiuá nas duas unidades. Estes compartimentos apresentam elementos de uso do solo bem diferenciados, sendo a cana-de-açúcar predominante na unidade 2, e a pastagem na unidade 4.

Os solos predominantes na unidade 4 são os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos e ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos, que também ocorrem na unidade 2, juntamente com o NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico, sendo que este tem predominância nos fundos de vale da porção sul.

O perfil geocológico da Figura 65 representa as variações descritas.

5.3 Unidade 5

A unidade 5 é composta por arenitos da Formação Caiuá nos topos, e ocasionalmente nos fundos de vale afloram basaltos da Formação Serra Geral. O relevo é marcado por topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” aberto, característicos da subunidade estrutural do Compartimento de Paranaíba. Esta unidade tem uma pequena área à leste, que se localiza parte na mesorregião Norte Central paranaense e a sua maioria na mesorregião Noroeste paranaense. Os solos predominantes são os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos; ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos, e também ocorrem, em áreas menores, os LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos. Em fundos de vale ocorrem NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos e ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos.

O uso do solo é marcado pelo predomínio de pastagens, embora existam propriedades que cultivam cana-de-açúcar, soja, milho, e citrus.

Estas características geocológicas podem ser observadas na figura 66.

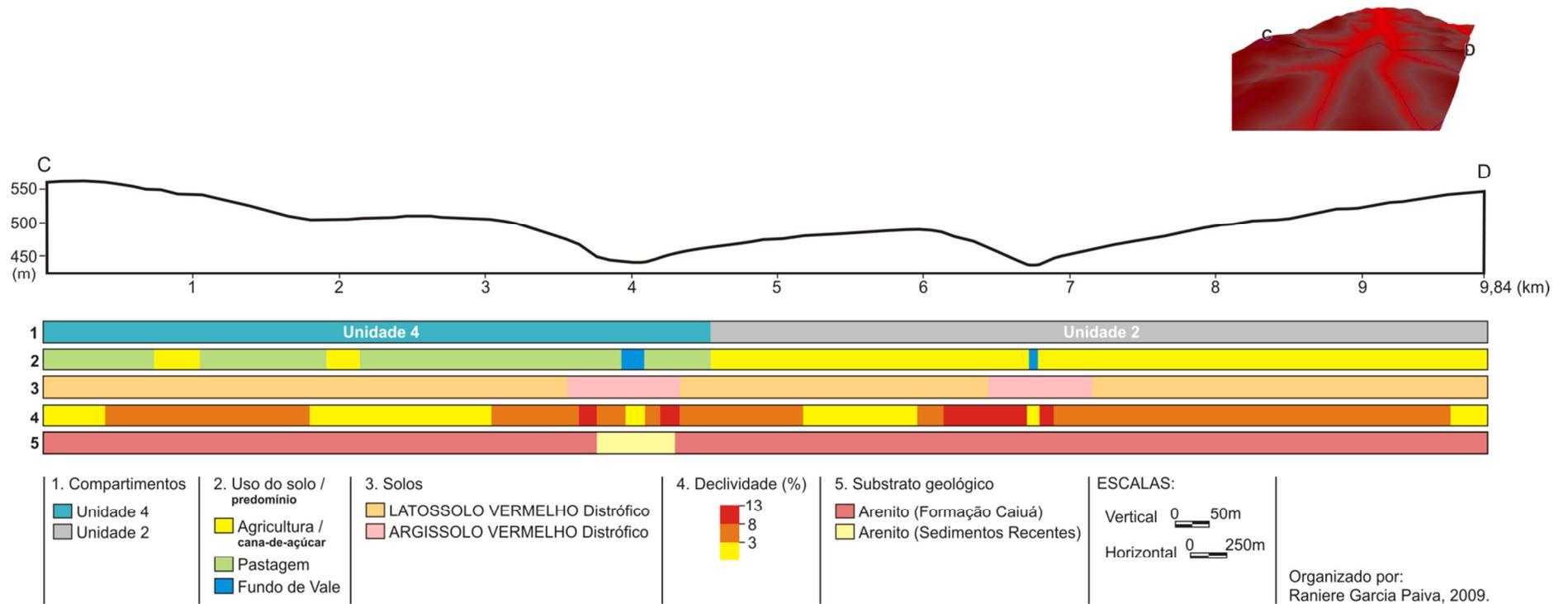


Figura 65 – Perfil geocológico das unidades de paisagem 2 e 4.

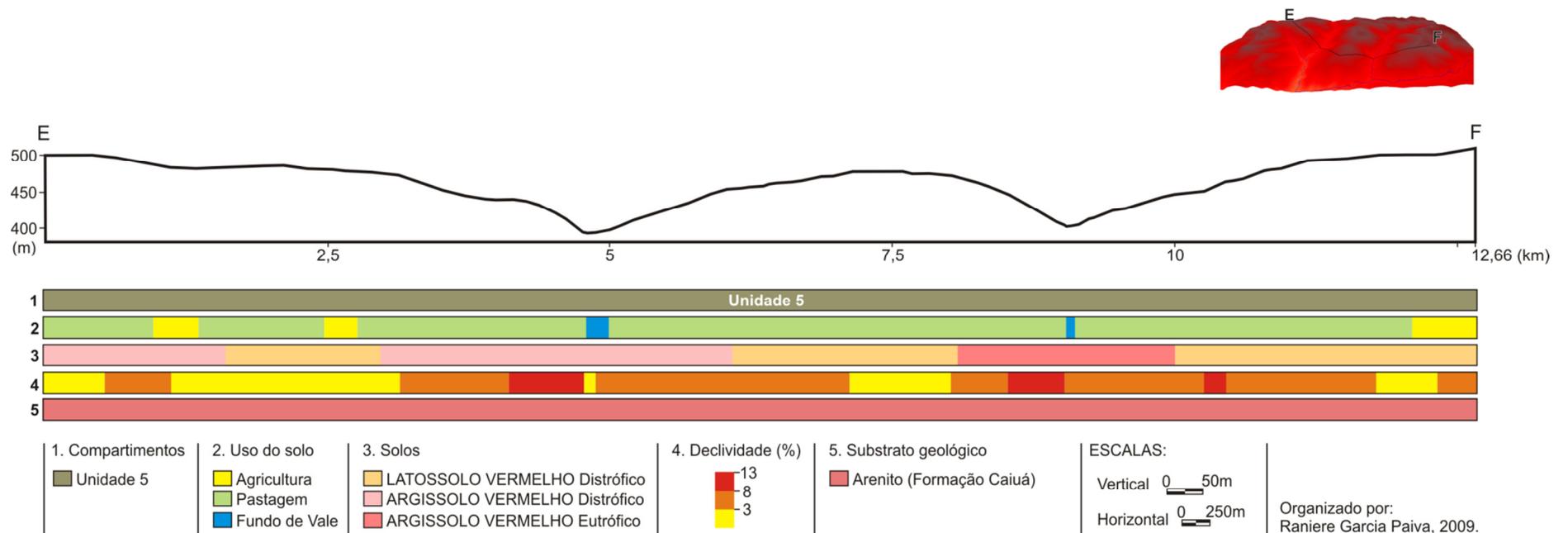


Figura 66 – Perfil geológico das unidade de paisagem 5.

5.4 Unidades 6, 8 e 11

Estas unidades estão inseridas na subunidade estrutural do compartimento de Umuarama que tem o relevo marcado por topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em “V”. O substrato geológico principal, nas unidades 8 e 11 é o arenito da Formação Caiuá. Na unidade 6 o basalto da Formação Serra Geral se intercala com o arenito, sendo que o arenito ocorre em posição de topo e alta vertente; e o basalto na média vertente e fundos de vale. Sedimentos arenosos da Formação Depósitos Quaternários e Sedimentos Recentes também ocorrem nas três unidades, mas com menor representatividade. Estas unidades se situam nas duas mesorregiões da área estudada.

O solo predominante na unidade 8 é o ARGISSOLO VERMELHO Distrófico, que predomina também na unidade 6, juntamente com o ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico. Na unidade 11 há uma diversidade maior de solos, além daqueles presentes nas unidades 6 e 8, ocorrem ainda o NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico.

Esta variação de solos ocorre também devido à natureza da rocha mãe: nas áreas em que os solos são produtos da decomposição do basalto os solos apresentam textura mais argilosa, e nas porções de solos oriundos da decomposição dos arenitos, os solos têm textura mais arenosa.

O uso do solo nas unidades 8 e 11 são predominantemente com pastagem, e na unidade 6 o predomínio é de cana-de-açúcar. Cabe ressaltar que a cana apresenta alta produtividade em solos com textura mais argilosa, o que ocorre em parte desta unidade, extensas plantações deste produto em áreas de NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico (Terra Roxa).

A cana-de-açúcar aumenta a vulnerabilidade à erosão de solos devido ao fato de expor o solo à ação das chuvas (*runoff*) por um período de 3 a 6 meses (Figura 68).

O perfil apresentado na Figura 67 representa as unidades descritas acima.

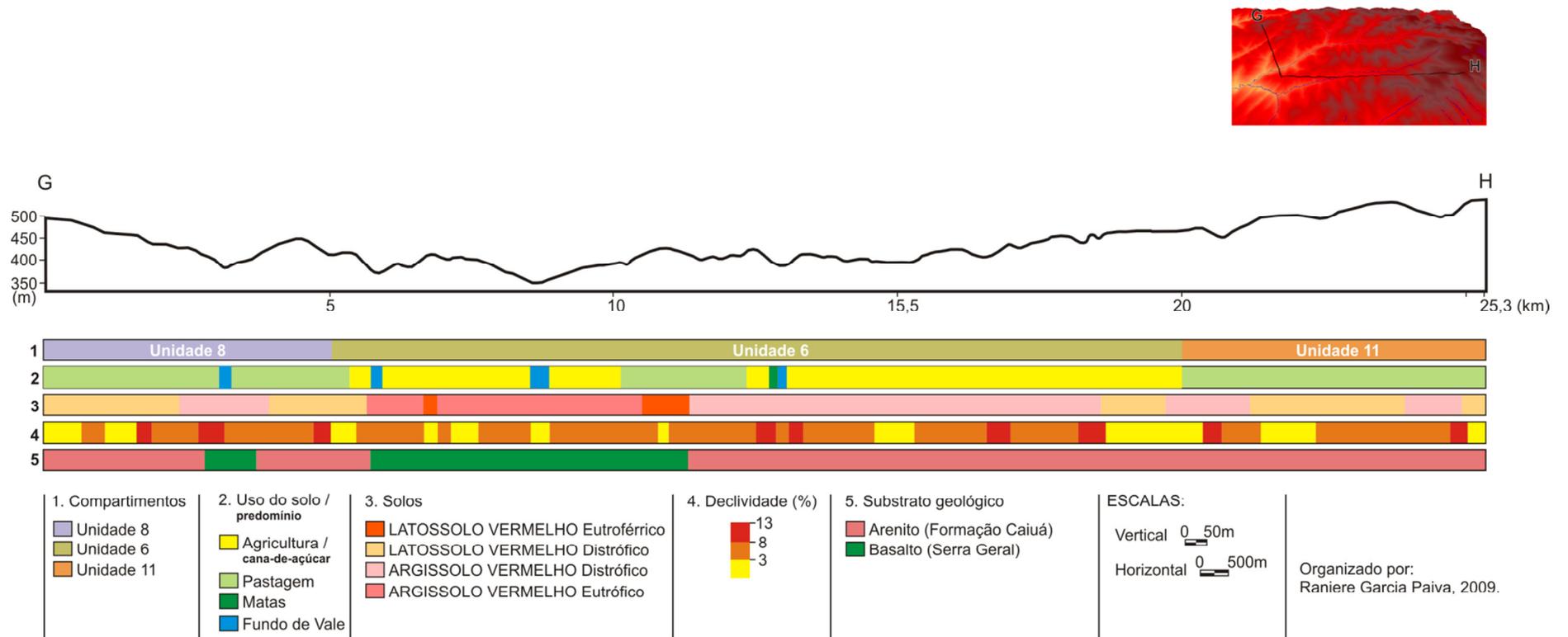


Figura 67 – Perfil geocológico das unidades de paisagem 6, 8 e 11.



Figura 68 – Cultivo da cana-de-açúcar, e algumas propriedades com pastagem na unidade 6.

5.5 Unidades 7 e 9

Estas unidades são caracterizadas por estar sobre substrato geológico de basalto da Formação Serra Geral. O relevo na unidade 7 é marcado por topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”, da subunidade estrutural do Planalto de Apucarana. A unidade 9 possui topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha, e está sobre a subunidade estrutural do compartimento de Campo Mourão. As unidades 7 e 9 se localizam na mesorregião Norte Central paranaense.

O solo predominante na unidade 7 é o NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico, sendo estas áreas ocupadas por pastagem, e onde ocorre o NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico predominam as culturas de soja e milho. Na unidade 9 predominam as culturas de soja e milho por estarem sobre o NITOSSOLO, mais propício para estas culturas (Figura 69). A Figura 70 representa a estrutura geocológica das unidades descritas.



Figura 69 – Predomínio de milho e soja do uso do solo na unidade 7.

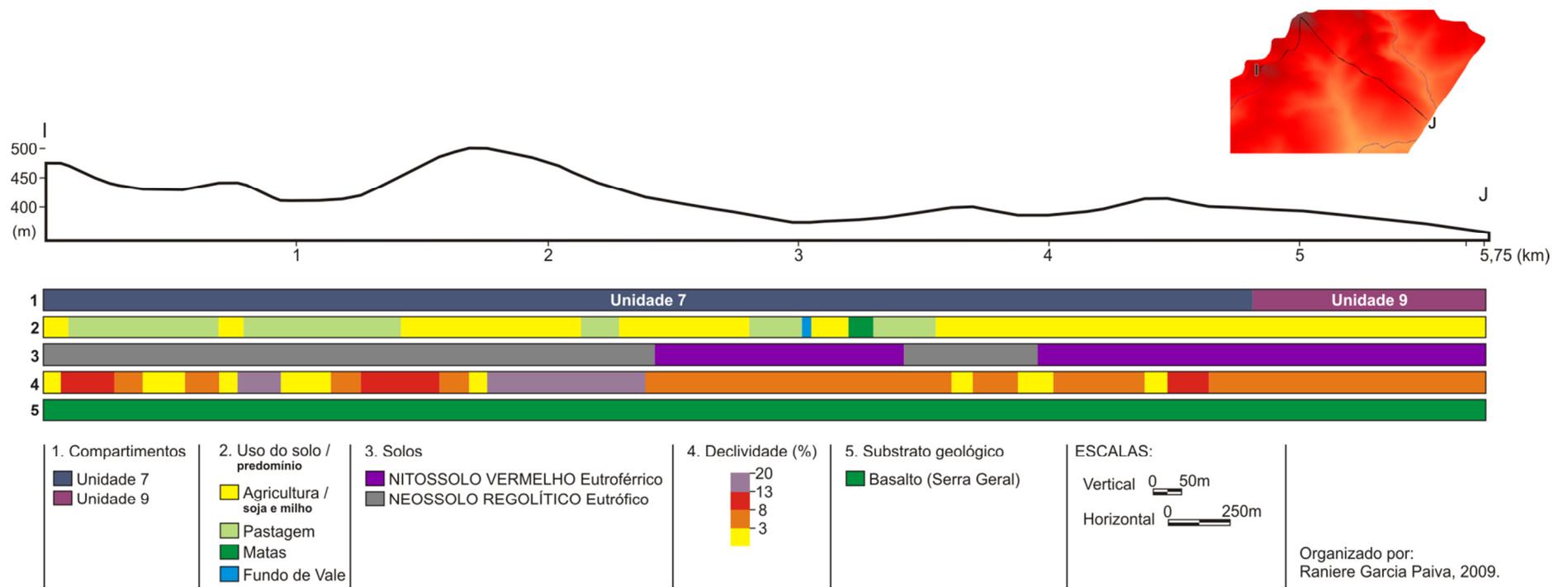


Figura 70 – Perfil geocológico das unidades de paisagem 7 e 9.

5.6 Unidades 10 e 13

A unidade 10 é caracterizada por se situar sobre o substrato geológico composto por arenitos da Formação Caiuá em sua maior parte, enquanto que a unidade 13 está predominantemente sobre sedimentos da Formação Depósitos Quaternários. Quanto ao relevo esta última possui colinas amplas, que estão inseridas na subunidade estrutural Planícies, enquanto que a unidade 10 está na subunidade estrutural Compartimento de Paranaíba que apresenta topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” aberto. Estas unidades estão localizadas na mesorregião Noroeste paranaense.

Os solos predominantes na unidade 10 são LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos e Distróficos e ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos. Na unidade 13, o solo predominante é o NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico.

Os tipos de usos dos solos predominantes na unidade 10 são a cana-de-açúcar e pastagem, e na unidade 13 a pastagem.

A Figura 71 representa as variações geocológicas destas unidades.

5.7 Unidades 12 e 15

Ambas as unidades contém a maior porção de área sobre o basalto da Formação Serra Geral, embora nas altitudes mais elevadas apresentem o arenito da Formação Caiuá. Possuem também as mesmas características de relevo, com topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha, características da subunidade estrutural Compartimento de Campo Mourão. As unidades 12 e 15 se localizam na mesorregião Noroeste Paranaense.

O solo predominante na unidade 12 é o NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico, enquanto que na unidade 15, ocupa uma área praticamente igual a do ARGISSOLO VERMELHO Distrófico. A principal distinção entre as unidades é o tipo de uso do solo, sendo o uso predominante na unidade 12, soja e milho e na unidade 15, a cana-de-açúcar e pastagem.

A estrutura geocológica destas unidades é representada na Figura 72.

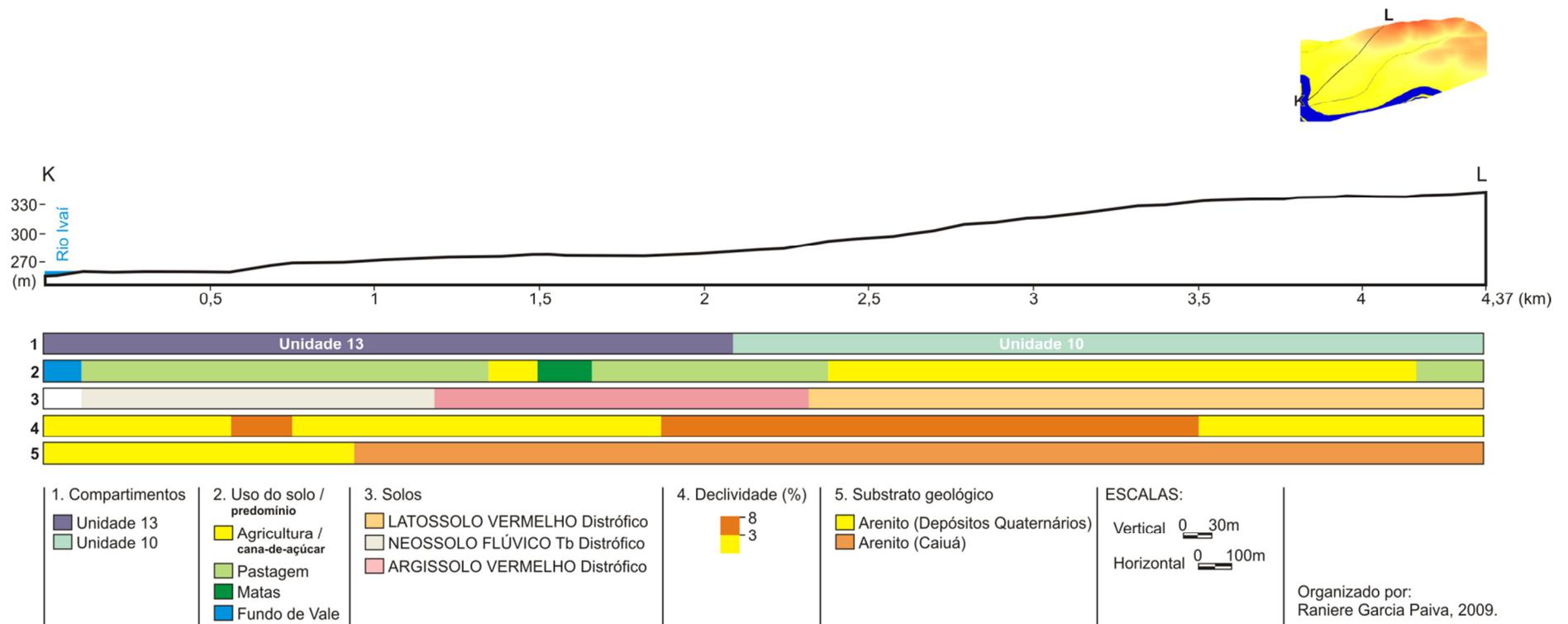


Figura 71 – Perfil geocológico das unidades de paisagem 10 e 13.

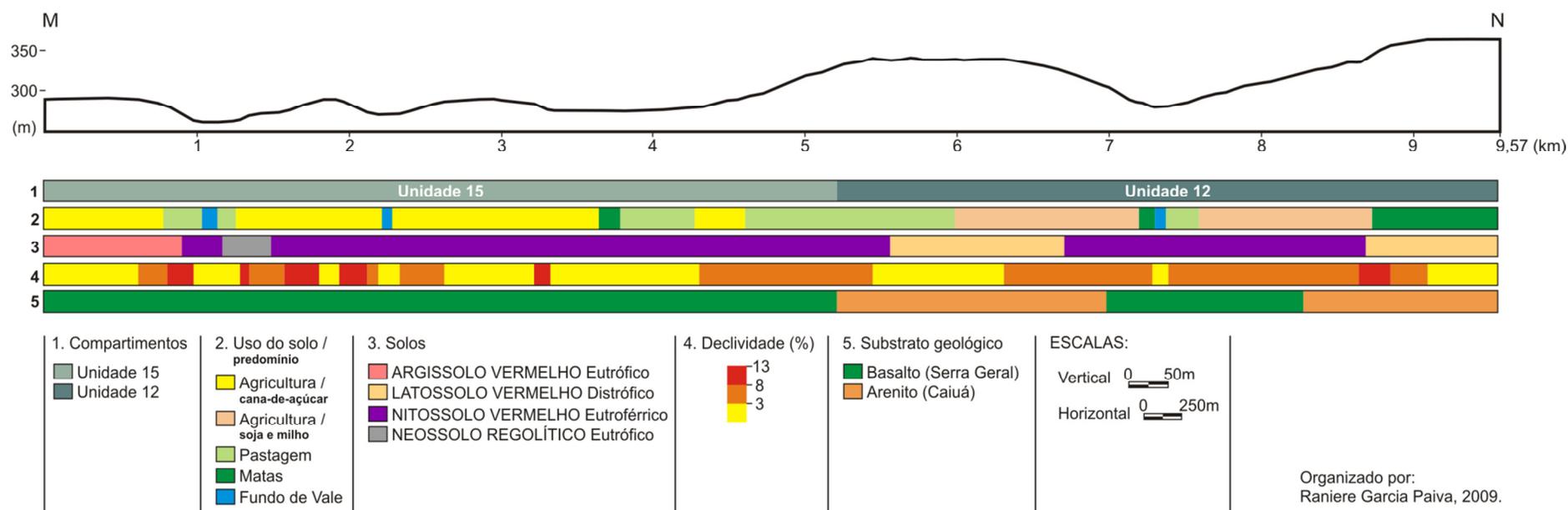
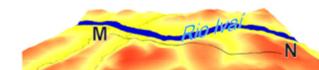


Figura 72 – Perfil geológico das unidades de paisagem 12 e 15.

5.8 Unidades 12 e 16

A unidade 12 descrita no subitem anterior é apresentada aqui em conjunto com a unidade 16 que está situada sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e arenito da Formação Caiuá, sendo as primeiras predominantes. O relevo é caracterizado por topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base com vales em calha, pertencente a subunidade estrutural Compartimento de Campo Mourão. Do ponto de vista de localização política administrativa, as unidades acima estão situadas na mesorregião Noroeste paranaense.

O solo predominante nesta unidade é o NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico recoberto por soja, milho e pastagem, sendo este último uso relacionado às vertentes com declividades relativamente maiores.

As características desta unidade em conjunto com a unidade 12 são representadas no perfil geocológico da Figura 73.

5.9 Unidades 17 e 18

As unidades deste subitem estão em sua grande parte sobre o substrato geológico constituído pela Formação Caiuá. O relevo é caracterizado por topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em “V”, e estão inseridas na subunidade estrutural Compartimento de Umuarama. As unidades 17 e 18 se situam na mesorregião Noroeste paranaense.

Os principais solos que compõem a unidade 17 são os ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos e Eutróficos, que são ocupados em sua maioria pela cana-de-açúcar e pastagem, em contrapartida na unidade 18 predomina o NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico e este é ocupado predominantemente por pastagem, uso relacionado às declividades mais altas, o que implica em limitações para as culturas mecanizadas, mais propícias e freqüentes neste tipo de solo.

As características geocológicas destas unidades são representadas no perfil da Figura 74.

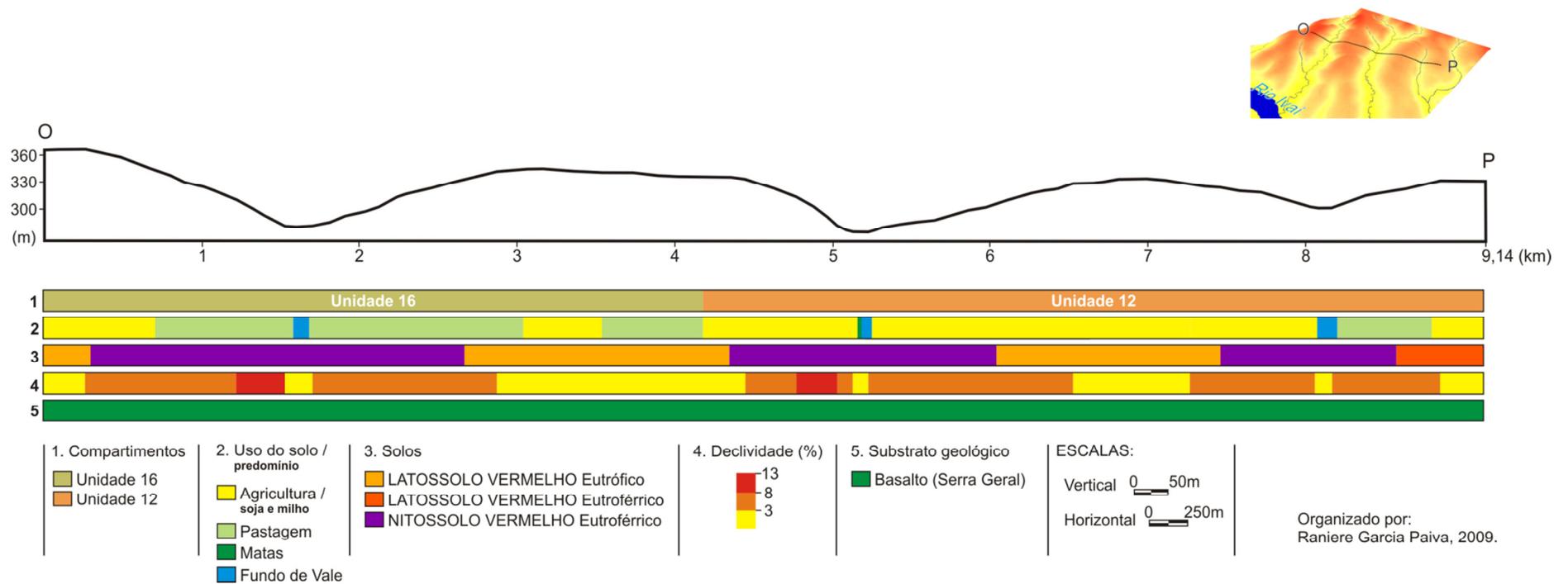


Figura 73 – Perfil geocológico das unidades de paisagem 12 e 16.

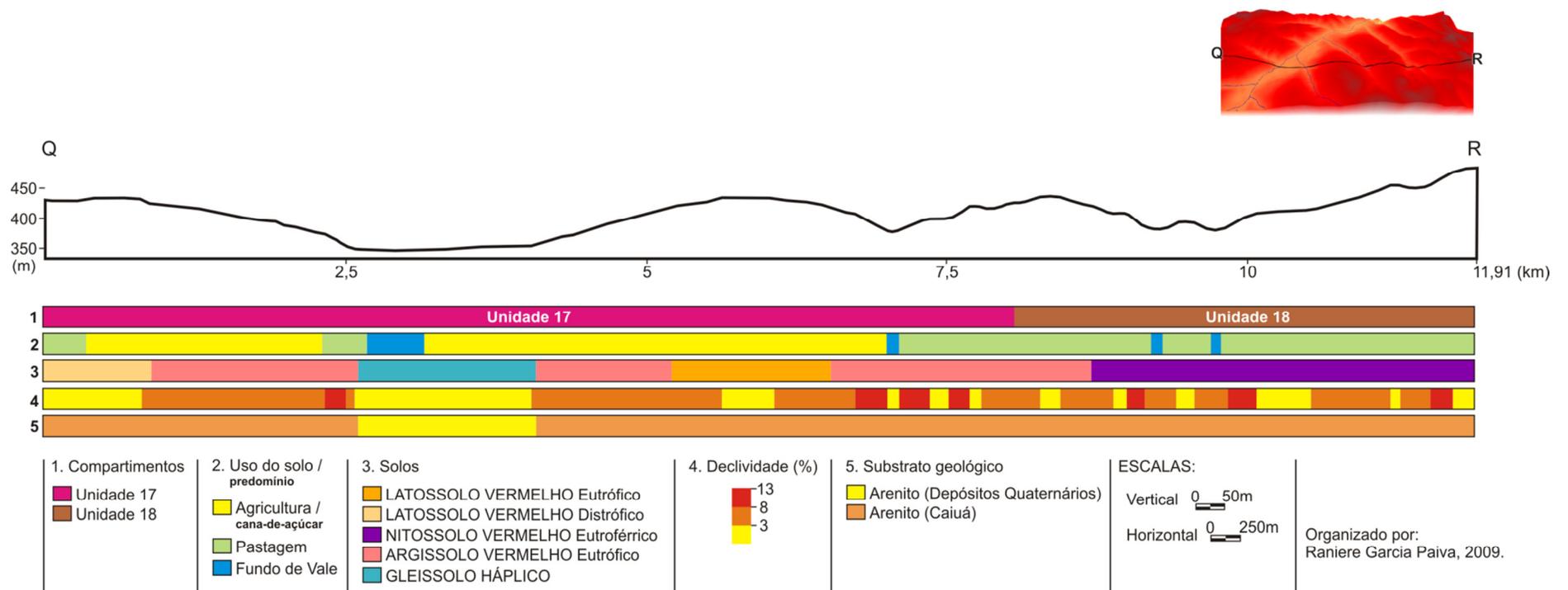


Figura 74 – Perfil geocológico das unidades de paisagem 17 e 18.

Após a compartimentação apresentada neste item, foi realizada a aplicação do modelo de vulnerabilidade, que utiliza os mesmo princípios básicos de análise da paisagem, no entanto, tem maior inter-relação temática devido à geração de um índice.

6. APLICAÇÃO DO MODELO DE ANÁLISE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

O modelo de Análise de Vulnerabilidade Ambiental desta pesquisa foi baseado no Modelo de Vulnerabilidade à Erosão do INPE (CREPANI et al, 2001), que desenvolveu esta metodologia para subsidiar o Zoneamento Ecológico-Econômico.

Essa metodologia está fundamentada no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), e também se apóia sobre os estudos integrados das imagens de satélite. Os valores atribuídos a cada unidade são avaliados segundo a relação Pedogênese/Morfogênese. Quando esta relação dentro das temáticas tende para estável o valor aplicado é de 1, para nível intermediário, em que a relação é de equilíbrio entre os dois processos é de 2; e quando prevalece a morfogênese, este valor é de 3.

Inicialmente, com base na imagem de satélite LANDSAT-TM a área de estudo foi compartimentada em Unidades Territoriais Básicas (UTB's). A Unidade Territorial Básica (UTB) consiste, segundo Crepani et al (2001), em uma *“entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais”*. Estas unidades são apresentadas na Figura 75.

Posteriormente, estas unidades foram correlacionadas aos mapas temáticos elaborados e preexistentes (Geologia, Geomorfologia, Solos, Uso do Solo e Intensidade Pluviométrica). Cada unidade foi caracterizada tematicamente pela soma de acordo com os índices de grau de vulnerabilidade para cada tema (de 1 a 3). Após esta classificação, os temas são somados e divididos pelo total obtendo-se a média, resultando no grau de Vulnerabilidade para cada UTB.

De acordo com a metodologia proposta, foram estabelecidos os graus de vulnerabilidades para cada tema em cada UTB. A Tabela 19 representa as UTB's com seus respectivos valores de vulnerabilidades relativas para cada tema e os valores dos graus de vulnerabilidade obtidos para cada UTB de acordo com a equação abaixo. Os valores de vulnerabilidade de cada UTB foram gerados pela aplicação da equação, ou seja, pela soma das vulnerabilidades médias de cada elemento, divida pelo número de elementos (temas) considerados.

MAPA DE UNIDADES TERRITORIAIS BÁSICAS (UTB'S)

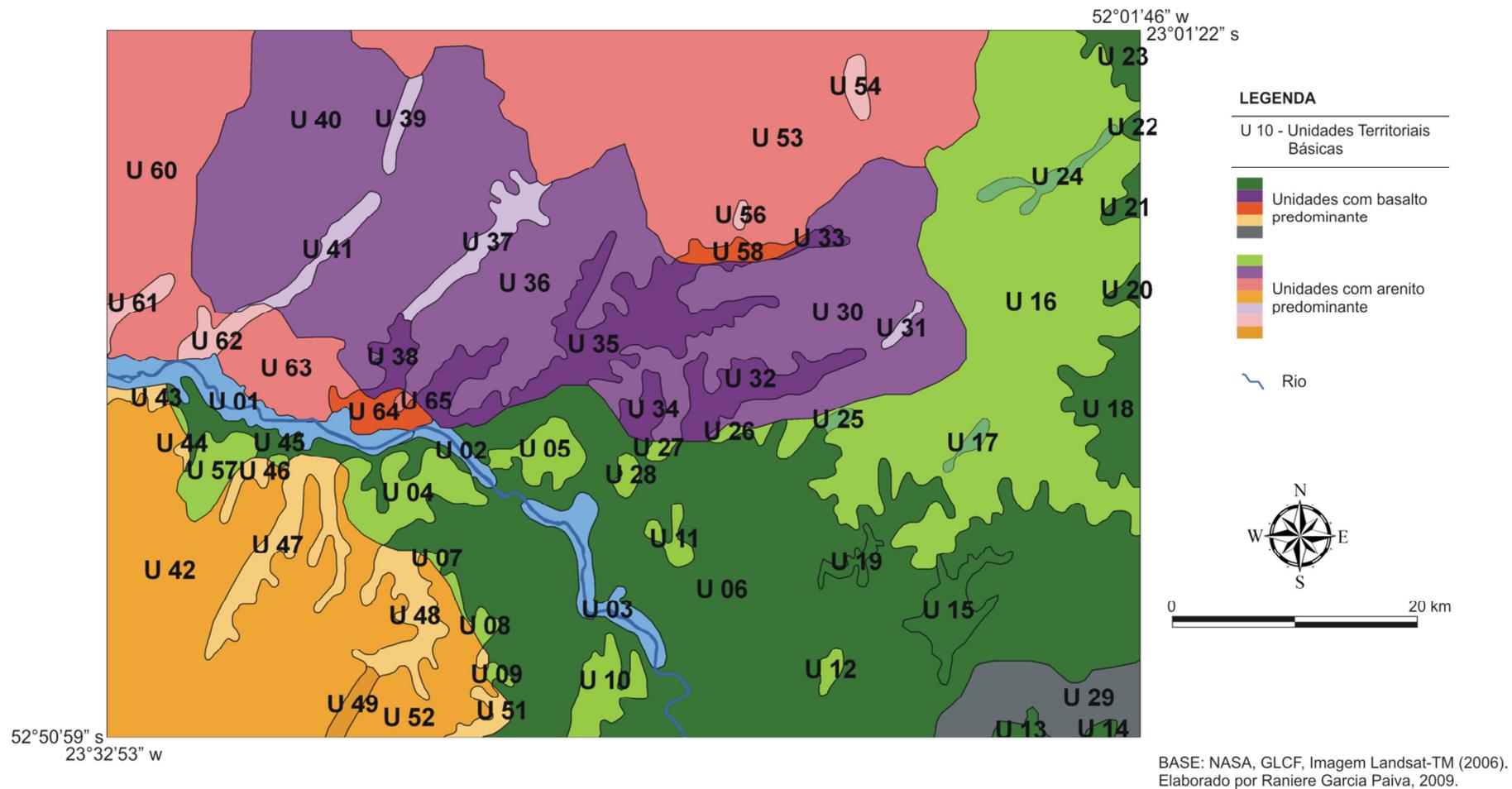


Figura 75 - Mapa de Unidades Territoriais Básicas.

Tabela 19 – Unidades Territoriais Básicas com graus de vulnerabilidade relativa para cada tema, e grau de vulnerabilidade.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Campo Mourão	4	Arenito Caiuá	2,4	LVe (18%) / LVef (15%) / LVd (31%) / NVef (35%) / PVd (1%)	1,18	Topos aplainados, vertentes retilíneas e concâvas na base e valhes em calha (Dissecação Baixa).	1,50	Agriculturas: 20 % Pastagens: 55 % Matas: 25 %	1,95	Pluviosidade Média = 1540 (70%) / 1595(30%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(70%) / 145(30%)	1,37	1,68
	7	Arenito Caiuá	2,4	LVe (45%) / NVef (55%)	1,28		1,50	Agriculturas: 45 % Pastagens: 51 % Matas: 4 %	2,41	Pluviosidade Média = 1595(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 145(100%)	1,38	1,793
	8	Arenito Caiuá	2,4	LVe (35%) / NVef (65%)	1,33		1,50	Agriculturas: 35 % Pastagens: 65 % Matas: 0 %	2,35	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,787
	45	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVe (11%) / LVd (6%) / PVe (7%) / PVd (27%) / NVef (48%) / RYbd (1%)	1,60		1,50	Agriculturas: 52 % Pastagens: 47 % Matas: 1 %	2,51	Pluviosidade Média = 1485(10%) / 1540 (85%) / 1595(5%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 135(10%) / 140(85%) / 145(5%)	1,34	1,69
	55	Arenito Caiuá	2,4	LVd (35%) / PVd (65%)	1,65		1,50	Agriculturas: 12 % Pastagens: 88 % Matas: 0 %	2,12	Pluviosidade Média = 1485(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 135(100%)	1,34	1,802
	57	Arenito Caiuá	2,4	LVd (50%) / PVd (50%)	1,50		1,50	Agriculturas: 8 % Pastagens: 91 % Matas: 1 %	2,07	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,766

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Campo Mourão	59	Arenito Caiuá	2,4	LVe (48%) / LVd (50%) / PVD (2%)	1,02	Topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha (Dissecação Baixa).	1,50	Agriculturas: 7 % Pastagens: 93 % Matas: 0 %	2,07	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,67
	2	Depósitos Quaternários	3	NVef (100%)	1,50		1,50	Agriculturas: 45 % Pastagens: 35 % Matas: 20 %	2,25	Pluviosidade Média = 1540 (50%) / 1595(50%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(50%) / 145(50%)	1,37	1,924
	3	Depósitos Quaternários	3	LVe (5%) / LVef (15%) / NVef (80%)	1,40		1,50	Agriculturas: 35 % Pastagens: 35 % Matas: 30 %	2,05	Pluviosidade Média = 1540 (5%) / 1595(95%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(5%) / 145(95%)	1,37	1,864
	5	Depósitos Quaternários	3	LVd (55%) / NVef (45%)	1,23		1,50	Agriculturas: 34 % Pastagens: 65 % Matas: 1 %	2,33	Pluviosidade Média = 1540 (40%) / 1595(60%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(40%) / 145(60%)	1,37	1,885
	9	Arenito Caiuá	2,4	NVef (100%)	1,50		1,50	Agriculturas: 8 % Pastagens: 92 % Matas: 0 %	2,08	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,768
	10	Depósitos Quaternários	3	LVd (85%) / NVef (15%)	1,08		1,50	Agriculturas: 75 % Pastagens: 10 % Matas: 15 %	2,60	Pluviosidade Média = 1540 (45%) / 1595(55%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(45%) / 145(55%)	1,37	1,909
	27	Arenito Caiuá	2,4	LVe (55%) / NVef (45%)	1,23		1,50	Agriculturas: 10 % Pastagens: 89 % Matas: 1 %	2,38	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,773
	28	Depósitos Quaternários	3	LVe (45%) / NVef (55%)	1,28		1,50	Agriculturas: 45 % Pastagens: 55 % Matas: 0 %	2,45	Pluviosidade Média = 1540 (60%) / 1595(40%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(60%) / 145(40%)	1,37	1,919

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Campo Mourão	6	Depósitos Quaternários	3	LVe (20%) / LVeF (20%) / NVef (60%)	1,30	Topos aplainados, vertentes retilíneas e concâvas na base e valhes em calha (Dissecação Baixa).	1,50	Agriculturas: 64 % Pastagens: 35 % Matas: 1 %	2,63	Pluviosidade Média = 1595(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 145(100%)	1,38	1,962
	11	Depósitos Quaternários	3	LVe (50%) / NVef (50%)	1,25		1,50	Agriculturas: 40 % Pastagens: 60 % Matas: 0 %	2,40	Pluviosidade Média = 1595(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 145(100%)	1,38	1,906
	12	Serra Geral (Basalto)	1,5	NVef (100%)	1,50		1,50	Agriculturas: 25 % Pastagens: 30 % Matas: 45 %	1,80	Pluviosidade Média = 1595(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 145(100%)	1,38	1,536
	13	Serra Geral (Basalto)	1,5	NVef (100%)	1,50		1,50	Agriculturas: 45 % Pastagens: 40 % Matas: 15 %	2,30	Pluviosidade Média = 1595(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 145(100%)	1,38	1,636
	14	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVe (3%) / LVeF (17%) / LVd (8%) / NVef (61%) / PVd (8%) / PVe (3%)	1,42		1,50	Agriculturas: 80 % Pastagens: 13 % Matas: 7 %	2,73	Pluviosidade Média = 1540 (15%) / 1595(85%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(15%) / 145(85%)	1,37	1,703
	15	Serra Geral (Basalto)	1,5	NVef (90%) / RRe (10%)	1,65		1,50	Agriculturas: 45 % Pastagens: 55 % Matas: 0 %	2,45	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,692

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Campo Mourão	19	Serra Geral (Basalto)	1,5	NVef (100%)	1,50	Topos aplainados, vertentes retilíneas e concâvas na base e valhes em calha (Dissecação Baixa).	1,50	Agriculturas: 41 % Pastagens: 57 % Matas: 2 %	2,39	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,65
	22	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVe (40%) / NVef (60%)	1,30		1,50	Agriculturas: 35 % Pastagens: 65 % Matas: 0 %	2,35	Pluviosidade Média = 1265 (50%) / 1320(50%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 115(50%) / 120(50%)	1,27	1,584
	20	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVdf (10%) / NVef (90%)	1,45		1,50	Agriculturas: 35 % Pastagens: 65 % Matas: 0 %	2,35	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 135(100%)	1,34	1,628
	18	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVe (5%) / LVdf (15%) / PVe (7%) / NVef (73%)	1,44		1,50	Agriculturas: 35 % Pastagens: 65 % Matas: 0 %	2,35	Pluviosidade Média = 1540 (3%) / 1595(97%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(3%) / 145(97%)	1,37	1,631
	21	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVd (20%) / PVd (70%) / NVef (10%)	1,75		1,50	Agriculturas: 35 % Pastagens: 65 % Matas: 0 %	2,35	Pluviosidade Média = 1375 (60%) / 1430(40%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 125(60%) / 130(40%)	1,31	1,682
	26	Arenito Caiuá	2,4	LVef (1%) / LVd (15%) / PVd (15%) / NVef (69%)	1,50		1,50	Agriculturas: 55 % Pastagens: 42 % Matas: 3 %	2,52	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,855

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Campo Mourão	25	Sedimentos Recentes	3	LVe (3%) / NVef (97%)	1,49	Topos aplainados, vertentes retilíneas e concâvas na base e vales em calha (Dissecação Baixa).	1,50	Agriculturas: 32 % Pastagens: 65 % Matas: 3 %	2,29	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,927
	17	Sedimentos Recentes	3	NVef (100%)	1,50		1,50	Agriculturas: 40 % Pastagens: 60 % Matas: 0 %	2,40	Pluviosidade Média = 1595(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 145(100%)	1,38	1,956
	23	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVef (30%) / LVd (25%) / PVd (30%) / NVef (15%)	1,38		1,50	Agriculturas: 64 % Pastagens: 33 % Matas: 3 %	2,61	Pluviosidade Média = 1265 (50%) / 1320(50%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 115(50%) / 120(50%)	1,25	1,647
	24	Sedimentos Recentes	3	LVd (10%) / PVd (90%)	1,90		1,50	Agriculturas: 8 % Pastagens: 91 % Matas: 1 %	1,83	Pluviosidade Média = 1375(60%) / 1430(40%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 125(60%) / 130(40%)	1,31	1,908
	16	Arenito Caiuá	2,4	LVd (40%) / LVe (2%) / NVef (20%) / PVd (28%) / PVe (10%)	1,48		1,50	Agriculturas: 32 % Pastagens: 65 % Matas: 3 %	2,29	Pluviosidade Média = 1265(5%) / 1320(10%) / 1375(10%) / 1430(10%) / 1485(20%) / 1540(25%) / 1595(20%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 115(5%) / 120(10%) / 125(10%) / 130(10%) / 135(20%) / 140(25%) / 145(20%)	1,32	1,798
Planalto de Umuarama	42	Arenito Caiuá	2,4	LVd (21%) / LVe (1%) / NVef (2%) / PVd (49%) / PVe (27%)	1,71	Topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em "V" (Dissecação média).	2,00	Agriculturas: 16% Pastagens: 79% Matas: 4%	2,10	Pluviosidade Média = 1485(10%) / 1540(60%) / 1595(30%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 135(10%) / 140(60%) / 145(30%)	1,36	1,914

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Umuarama	47	Serra Geral (Basalto)	1,5	NVef (42%) / PVd (22%) / PVe (35%) / RYbd (1%)	1,80	Topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em "V" (Dissecação média).	2,00	Agriculturas: 45% Pastagens: 53% Matas: 2%	2,43	Pluviosidade Média = 1540(90%) / 1595(10%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(90%) / 145(10%)	1,37	1,82
	43	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVd (4%) / LVe (39%) / PVd (57%)	1,57		2,00	Agriculturas: 9% Pastagens: 89% Matas: 2%	2,07	Pluviosidade Média = 1540(90%) / 1595(10%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(90%) / 145(10%)	1,37	1,702
	49	Sedimentos Recentes	3	LVd (8%) / LVe (21%) / NVef (5%) / PVd (3%) / PVe (26%) / GX (36%)	2,03		2,00	Agriculturas: 66% Pastagens: 30% Matas: 4%	2,62	Pluviosidade Média = 1595(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 145(100%)	1,38	2,205
	48	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVd (1%) / NVef (63%) / PVd (24%) / PVe (12%)	1,68		2,00	Agriculturas: 29% Pastagens: 63% Matas: 8%	2,21	Pluviosidade Média = 1540(50%) / 1595(50%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(50%) / 145(50%)	1,37	1,751
	52	Arenito Caiuá	2,4	LVd (7%) / LVe (14%) / NVef (50%) / PVd (10%) / PVe (19%)	1,54		2,00	Agriculturas: 30% Pastagens: 69% Matas: 1%	2,29	Pluviosidade Média = 1540(90%) / 1595(10%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(90%) / 145(10%)	1,37	1,92
	44	Serra Geral (Basalto)	1,5	PVd (100%)	2,00		2,00	Agriculturas: 97% Pastagens: 0% Matas: 3%	2,94	Pluviosidade Média = 1485(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 135(100%)	1,34	1,956
	46	Serra Geral (Basalto)	1,5	PVd (100%)	2,00		2,00	Agriculturas: 12% Pastagens: 86% Matas: 2%	2,10	Pluviosidade Média = 1485(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 135(100%)	1,34	1,788

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Umuarama	51	Serra Geral (Basalto)	1,5	NVef (100%)	1,50	Topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em "V" (Dissecação média).	2,00	Agriculturas: 46% Pastagens: 49% Matas: 5%	2,41	Pluviosidade Média = 1540(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,754
	50	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVe (15%) / NVef (85%)	1,43		2,00	Agriculturas: 20% Pastagens: 80% Matas: 0%	2,20	Pluviosidade Média = 1540(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,697
	40	Arenito Caiuá	2,4	LVd (19%) / NVdf (1%) / PVd (80%)	1,81		2,00	Agriculturas: 10% Pastagens: 86% Matas: 4%	2,06	Pluviosidade Média = 1430(95%) / 1485(5%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(95%) / 135(5%)	1,33	1,919
	39	Sedimentos Recentes	3	PVd (100%)	2,00		2,00	Agriculturas: 11% Pastagens: 75% Matas: 14%	1,97	Pluviosidade Média = 1430(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(100%)	1,32	2,058
	41	Sedimentos Recentes	3	PVd (99%) / LVd (1%)	1,99		2,00	Agriculturas: 18% Pastagens: 69% Matas: 13%	1,87	Pluviosidade Média = 1430(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(100%)	1,32	2,036
	37	Sedimentos Recentes	3	PVd (37%) / PVe (63%)	2,00		2,00	Agriculturas: 21% Pastagens: 78% Matas: 1%	2,20	Pluviosidade Média = 1430(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(100%)	1,32	2,104
	38	Serra Geral (Basalto)	1,5	NVdf (37%) / PVd (37%) / PVe (25%)	1,80		2,00	Agriculturas: 46% Pastagens: 53% Matas: 1%	2,45	Pluviosidade Média = 1430(20%) / 1485(80%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(20%) / 135(80%)	1,33	1,815

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Umuarama	36	Arenito Caiuá	2,4	LVd (16%) / LVe (2%) / PVd (48%) / PVe (29%) / NVef (4%) / LVef (2%)	1,80	Topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em "V" (Dissecação média).	2,00	Agriculturas: 14% Pastagens: 85% Matas: 1%	2,13	Pluviosidade Média = 1430(50%) / 1485(50%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(50%) / 135(50%)	1,33	1,932
	35	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVd (2%) / LVe (1%) / PVd (5%) / PVe (73%) / NVef (16%) / LVef (3%)	1,86		2,00	Agriculturas: 50% Pastagens: 48% Matas: 2%	2,48	Pluviosidade Média = 1430(10%) / 1485(90%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(10%) / 135(90%)	1,33	1,834
	30	Arenito Caiuá	2,4	LVd (28%) / LVe (11%) / PVd (13%) / PVe (40%) / NVef (8%)	1,57		2,00	Agriculturas: 16% Pastagens: 83% Matas: 1%	2,15	Pluviosidade Média = 1430(25%) / 1485(75%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(25%) / 135(75%)	1,33	1,89
	34	Serra Geral (Basalto)	1,5	PVd (10%) / PVe (42%) / NVef (48%)	1,76		2,00	Agriculturas: 55% Pastagens: 43% Matas: 2%	2,53	Pluviosidade Média = 1485(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 135(100%)	1,34	1,826
	32	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVd (5%) / LVef (1%) / PVd (7%) / NVef (87%)	1,51		2,00	Agriculturas: 63% Pastagens: 34% Matas: 3%	2,60	Pluviosidade Média = 1430(4%) / 1485(96%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(4%) / 135(96%)	1,33	1,787
	31	Sedimentos Recentes	3	PVd (61%) / PVe (39%)	2,00		2,00	Agriculturas: 27% Pastagens: 73% Matas: 0	2,27	Pluviosidade Média = 1485(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 135(100%)	1,34	2,122

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Umuarama	33	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVd (1%) / PVe (99%)	1,99	Topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em "V" (Dissecação média).	2,00	Agriculturas: 25% Pastagens: 73% Matas: 2%	2,23	Pluviosidade Média = 1430(30%) / 1485(70%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(30%) / 135(70%)	1,33	1,81
Planalto de Paranaíba	54	Sedimentos Recentes	3	LVd (12%) / PVe (88%)	1,88	Topos aplainados, vertentes convexas e vales em "V" aberto (Dissecação Baixa).	1,50	Agriculturas: 7 % Pastagens: 92 % Matas: 1 %	2,06	Pluviosidade Média = 1430(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(100%)	1,32	1,952
	56	Sedimentos Recentes	3	LVd (70%) / PVe (30%)	1,30		1,50	Agriculturas: 3% Pastagens: 97% Matas: 0	2,03	Pluviosidade Média = 1430(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(100%)	1,32	1,83
	53	Arenito Caiuá	2,4	LVd (24%) / PVe (36%) / PVd (40%)	1,76		1,50	Agriculturas: 8% Pastagens: 89% Matas: 3%	2,05	Pluviosidade Média = 1375(8%) / 1430(89%) / 1485(3%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 125(8%) / 130(89%) / 135(3%)	1,32	1,806
	60	Arenito Caiuá	2,4	LVd (50%) / PVe (15%) / PVd (32%) / RYbd (3%)	1,53		1,50	Agriculturas: 13% Pastagens: 80% Matas: 7%	2,06	Pluviosidade Média = 1375(5%) / 1430(90%) / 1485(5%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 125(5%) / 130(90%) / 135(5%)	1,32	1,762
	61	Sedimentos Recentes	3	LVd (5%) / LVe (10%) / PVd (85%)	1,75		1,50	Agriculturas: 15% Pastagens: 85% Matas: 0	2,15	Pluviosidade Média = 1430(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(100%)	1,32	1,944
	58	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVd (20%) / PVe (65%) / PVd (15%)	1,80		1,50	Agriculturas: 12% Pastagens: 86% Matas: 2%	2,10	Pluviosidade Média = 1430(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(100%)	1,32	1,644

Continuação da Tabela 19.

Subunidade Estrutural	UTB	GEOLOGIA / Formação	VR	SOLOS	VR	RELEVO	VR	COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO	VR	CLIMA - mm/ano / mm/mês	VR	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planalto de Paranaíba	63	Arenito Caiuá	2,4	LVe (32%) / LVd (22%) / PVe (12%) / PVd (31%) / NVdf (3%)	1,50	Topos aplainanos, vertentes convexas e vales em "V" aberto (Dissecação Baixa).	1,50	Agriculturas: 30 % Pastagens: 69 % Matas: 1 %	2,29	Pluviosidade Média = 1485(65%) / 1540 (35%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 135(65%) / 145(35%)	1,35	1,808
	64	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVe (25%) / LVef (25%) / NVdf (15%) / PVd (15%)	1,03		1,50	Agriculturas: 87 % Pastagens: 10 % Matas: 3 %	2,84	Pluviosidade Média = 1540(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 140(100%)	1,36	1,645
	65	Serra Geral (Basalto)	1,5	LVef (50%) / LVe (50%)	1,00		1,50	Agriculturas: 80 % Pastagens: 20 % Matas: 0 %	2,80	Pluviosidade Média = 1485(100%) ; Duração Período Chuvoso = 11 ; Intensidade Pluviométrica = 135(100%)	1,34	1,628
	62	Sedimentos Recentes	3	PVd (85%) / LVe (10%) / RYbd (5%)	1,95		1,50	Agriculturas: 6% Pastagens: 94% Matas: 0	2,06	Pluviosidade Média = 1430(100%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 130(100%)	1,32	1,966
Planalto de Apucarana	29	Serra Geral (Basalto)	1,5	RRe (60%) / NVef (40%)	2,60	Topos alongados, vertentes convexas e vales em "V" (Dissecação Alta)	2,50	Agriculturas: 88 % Pastagens: 10 % Matas: 2%	2,86	Pluviosidade Média = 1540(30%) / 1595(70%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 140(30%) / 145(70%)	1,37	2,166
Planícies Fluviais	1	Sedimentos Recentes	3	LVef (2%) / LVe (7%) / LVd (4%) / PVd (15%) / PVe (2%) / NVef (2%) / RYbd (68%)	2,54	Colinas amplas (Dissecação Muito Baixa)	1,00	Agriculturas: 7% Pastagens: 92% Matas: 1%	2,06	Pluviosidade Média = 1485(65%) / 1540(35%); Duração Período Chuvoso = 11; Intens. Pluviométrica = 135(65%) / 140(35%)	1,35	1,99

Na área de pesquisa os valores médios obtidos variaram entre, 1,6 e 2,2, classificando o grau de vulnerabilidade das UTBs de moderadamente estável à medianamente estável/vulnerável.

Para melhores efeitos de visualização foi realizada uma adaptação da escala apresentada acima, conforme Tabela 20.

Tabela 20 – Adaptação das cores da escala de vulnerabilidade para a área de estudo.

Índice	Grau de vulnerabilidade	Cores
2,2	MEDIANAMENTE ESTÁVEL/VULNERÁVEL	
2,1		
2,0		
1,9		
1,8		
1,7	MODERADAMENTE ESTÁVEL	
1,6		

FONTE: Adaptado de Crepani et al (2001).
Organizado por Raniere Garcia Paiva.

Com o resultado espacializado no mapa, podemos concluir que o grau de vulnerabilidades variam de acordo com as unidades de paisagem compartmentadas no item anterior (item 5), e ainda que o fator geomorfológico, concomitante ao geológico é preponderante para o estudo de vulnerabilidade desta região

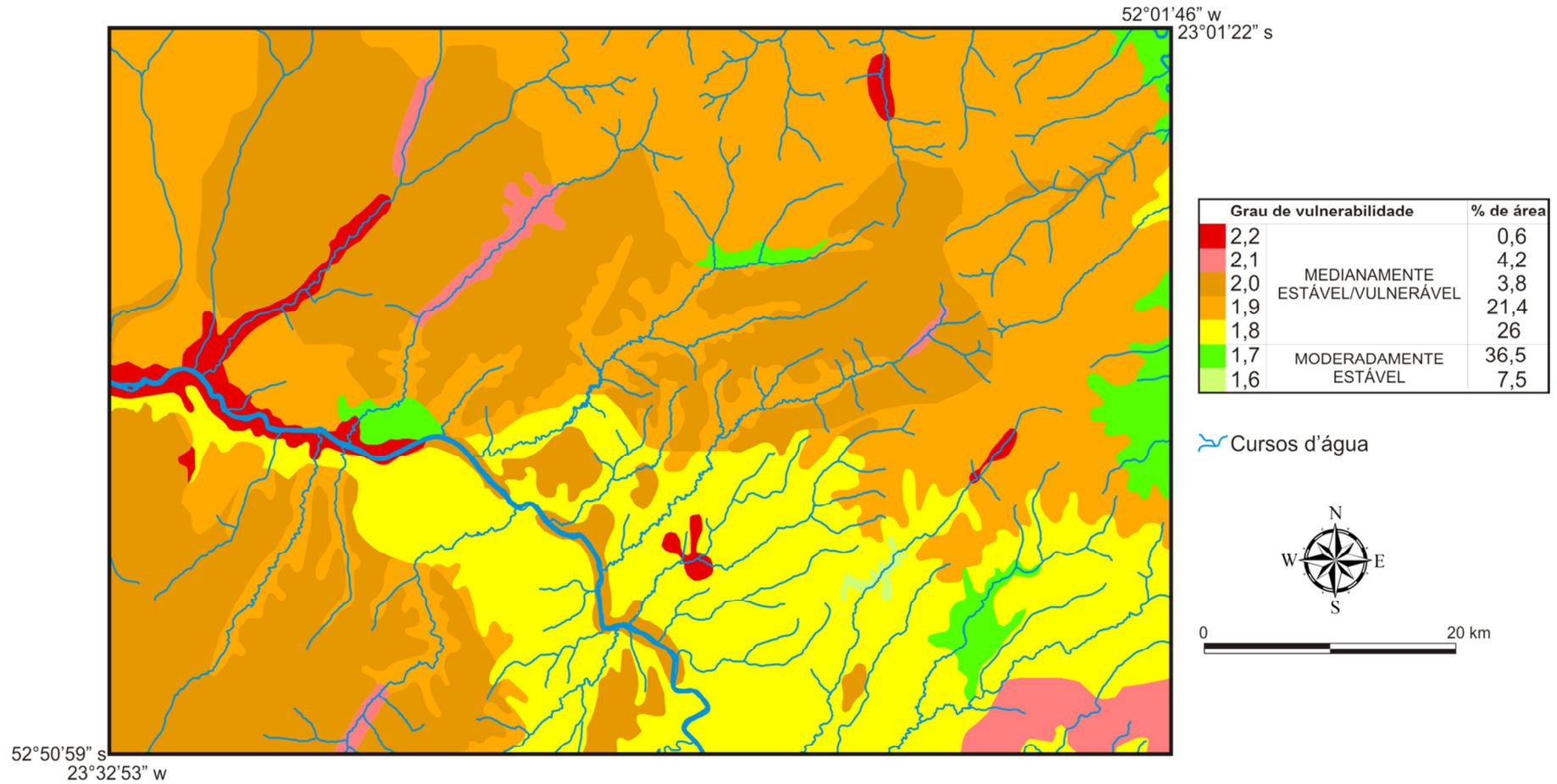
É nítido o contraste entre os graus de áreas em que os solos são os Latossolos, posicionados em terrenos mais planos, e em oposição a estas condições estão os Argissolos, em áreas de ocorrência de arenito, e os Nitossolos em áreas de ocorrência do basalto.

Por haver pouca variação da intensidade pluviométrica, o clima pouco influi para a equação final.

As áreas com maiores graus de vulnerabilidades estão associadas a declividades médias a altas, sendo que estas se acentuam nas áreas em que apresentam solos de propriedades mais arenosas, ou de pouca espessura.

O mapa da Figura 76 representa os graus de vulnerabilidade da área de estudo.

MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO



Elaborado por Ranieri Garcia Paiva, 2009.

Figura 76 – Mapa de Vulnerabilidade ambiental da Área de Estudo.

A área de estudo apresentou aproximadamente 45 % de terreno sobre o grau de vulnerabilidades 1,6 e 1,7 (Moderadamente Estável). Sendo que as áreas em que estão nos índices de 1,7, geralmente ocupadas por culturas de ciclo curto, o que eleva o grau, com o aumento da desproteção do solo. A pastagem contribui para a diminuição do índice, sendo que a maioria das áreas em que o grau de vulnerabilidade é de 1,6, ela é o principal tipo de uso, ou ainda pequenas áreas de matas esparsas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa demonstrou que a análise integrada da paisagem, através do levantamento da evolução do uso do solo, compartimentação e vulnerabilidade ambiental, permitem obter resultados que podem servir de subsídios à decisões de diretrizes de uso e ocupação do solo. É importante ressaltar que as metodologias, apesar de distintas, são baseadas no conceito da Ecodinâmica (TRICART, 1977).

Por meio do levantamento da evolução do uso do solo constatou-se a dinâmica de ocupação da área de estudo durante 34 anos (1972-2006). Este levantamento deu parâmetros de cada situação encontrada no ano da obtenção das imagens (1972, 1987 e 2006). O ideal seria realizar o cruzamento destes levantamentos com os demais mapas temáticos para que se obtivesse o grau de vulnerabilidade para cada cenário de cada ano mapeado, indicando, assim, a vulnerabilidade em cada ano de análise.

A compartimentação da área de estudo em diferentes unidades de paisagem permitiu realizar análises regionais sobre a estrutura geoecológica e suas relações com o uso e ocupação do solo de 2006. Com esta análise conclui-se que as unidades estão intrinsecamente relacionadas com os elementos litológicos, geomorfológicos e pedológicos da área de estudo, e ainda dentro de cada compartimento, o uso do solo se distingue em função de características econômicas locais.

Nesta metodologia, por meio dos perfis geoecológicos, as vertentes são relacionadas às estruturas geoecológicas, permitindo a análise em escala mais detalhada que a regional, identificando as situações preponderantes de cada unidade.

A metodologia de vulnerabilidade ambiental permitiu analisar em Unidades Territoriais Básicas, os elementos geoecológicos, relacionadas ao índice de grau de vulnerabilidade. Identificou-se, por meio deste método de mapeamento, em escala regional, que em cada situação e classes de elementos destas unidades, elas estão mais estáveis ou instáveis entre si.

Por tudo isso, é que este estudo pode contribuir para testes metodológicos que podem aprimorar o conjunto de metodologias de estudos integrados da paisagem. Tais estudos contribuem para as políticas de implantação e metodologias de trabalhos em função do zoneamento ecológico-econômico de cada região.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. Sustainable agricultural development in Latin America: exploring the possibilities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.39, p.1-21, 1992.

ANDRADE, J. A. *As Unidades de Paisagens e os Sistemas de Produção Agrícola no município de Florai-PR*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia, Maringá, 2005.

BERTALANFFY, L. V. *Teoria General de los Sistemas*. Tradução Juan Almeida. México: Fundo de Cultura Econômica, 1976.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo: USP/IG, 1971.

BERUTCHACHVILI, N. & BERTRAND, G. Le géosystème ou “système territorial naturel”. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Quest*, Toulouse, v. 49, n.2, p. 167-180, 1978.

BÖHM, G.M. *O álcool combustível e a saúde da população*. São Paulo: Associação das Indústrias de Açúcar e de Álcool do Estado de São Paulo, 1991.

BOLÓS, M. *Manual de Ciencia Del Paisaje: Teoria, métodos y aplicaciones*. Barcelona: Alev, 1992.

BUCHE, W. M. *Caracterização Geoagroambiental do município de Londrina-PR, a partir de uma visão sistêmica*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia, Maringá, 2003.

CARNASCIALI, C.H. Conseqüências sociais das transformações tecnológicas na agricultura do Paraná. In: MARTINI e GARCIA (coords.), *Os impactos sociais da modernização da agrícola*. São Paulo: Ed. Caetés, 1987.

CHRISTOFOLETTI, A.; TEIXEIRA, A. L. de A. *Sistemas de Informação Geográfica: Dicionário Ilustrado*. São Paulo: Hucitec, 2000.

COSTA, F. H. S. et al. Determinação da Vulnerabilidade ambiental na bacia Potiguar, região de Macau (RN), utilizando sistemas de informações geográficas. *Revista Brasileira de Cartografia*, Presidente Prudente, v. 58, n.2, p.119-127, 2006.

CREPANI, E. et al. Curso Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: < <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/05.13.15.34/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2009.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.

_____. *Mapa de Solos do Paraná (1:250.000)*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Disponível em: < http://200.20.158.13/website/pub/parana_solos>. Acesso em 23 out. 2009.

FITZ, P. R. *Geoprocessamento sem complicação*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de Satélite para Estudos Ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FLOWERS, M. D. ; LAL, R. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualf in northwest Ohio. *Soil & Tillage Research*, 48:21-35, 1998.

GOODCHILD, M. F. Just the facts. *Political Geography Quarterly*. v. 10, n. 4, p. 335-337, 1991. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/journal/02609827>>. Acesso em: 12 de nov. 2009.

GUERRA, A. J. T. ; SILVA, A. S. ; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). *Erosão e Conservação Dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

HIGA, L. T. et al. Avaliação da precisão vertical do modelo SRTM para a bacia do rio Paraguai, no Estado do Mato Grosso do Sul. In: I SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2006, Campo Grande. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006. p. 834-840.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Mapa de Vegetação do Brasil*, Escala 1: 5.000.000, 1993.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Banco de dados do Estado do Paraná. Disponível em:< <http://www.ipardes.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=5>>. Acesso em 24 de out. 2009.

KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia: INPE, 2005. p. 2203-2210.

KÖPPEN, W. P. Clima. In: *Enciclopédia Mirador Internacional*. São Paulo: Enciclopédia Britânica do Brasil, 1995.

LANG, S.; BLASCHKE, T. *Análise da Paisagem com SIG*. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MAACK, R. *Geografia Física do Paraná*. 2.ed. Rio de Janeiro: J.Olimpio, 1981.

MANOSSO, F. C. *O estudo da paisagem no município de Apucarana-PR*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia, Maringá, 2005.

MINEROPAR (Minerais do Paraná). *Mapa geológico do Paraná*, 2004.

_____. *Atlas Geomorfológico do Paraná*, 2006. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geomorfologicos/atlas_geomorfologico_650.pdf>. Acesso em 25 mar. 2009.

MONTEIRO, C. A. F. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2000.

MORESCO, M. D. *Estudo de paisagem no município de Marechal Cândido Rondon – PR*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia, Maringá, 2007.

MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A. (Orgs.). *Agroindústria canavieira no Brasil*. São Paulo: E. Atlas, 2002.

MORO, D. A. Aspectos Geográficos da Modernização Agrícola, no Norte do Paraná. *Boletim de Geografia*, Maringá - PR, v. 13, n. 1, p. 79-93, 1995.

_____. Desenvolvimento Econômico e Dinâmica Espacial da População no Paraná Contemporâneo. *Boletim de Geografia*, Maringá-PR, v. 16, n. 1, p. 1-57, 1998.

PADIS, P. C. *Formação de uma economia periférica: o caso do Paraná*. São Paulo: Hucitec, 1981.

PAIVA, R. G.; NOBREGA, M. T. ; SANTOS, R. M. . Mapeamento Multitemporal (1972-2008) do uso e ocupação do solo no município de São Carlos do Ivaí - PR. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA - *A geografia física aplicada e as dinâmicas de apropriação da natureza*. Viçosa-MG: UFV – Departamento de Geografia, 2009.

PRADO, J. P. B. do; NÓBREGA, M. T. Determinação de perdas de solo na bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em Cidade Gaúcha, Estado do Paraná, com aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS). *Acta Scientiarum (UEM)*. Maringá, v. 27, n. 1, p. 33-42, 2005.

QUEIROZ NETO, J. P. Geomorfologia e Pedologia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 59-67, 2000.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. & BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *R. Ciência & Ambiente 27: Agricultura Sustentável*, 2003.

ROSEGHINI, W. F. F.; NERY, J.T.; MARTINS, M. L. O. F. Caracterização da Precipitação na Região Noroeste do Estado do Paraná. *Boletim de Geografia*. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia. Vol. 19, n. 1, 2001.

ROSS, J. L. S. *Ecogeografia do Brasil: Subsídios para o Planejamento Ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia, Ambiente e Planejamento*. São Paulo: Contexto, 2000.

SALA, M. G. *Indicadores de Fragilidade Ambiental da bacia do ribeirão Maringá – PR*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia, Maringá, 2005.

SERRA, E. A colonização empresarial e a repartição da terra agrícola no Paraná Moderno. *Boletim de Geografia*, Maringá-PR, v. 5, n. 1, p. 49-59, 1993.

_____. Reflexões sobre a origem da crise agrária no Norte do Paraná. *Boletim de Geografia*, Maringá - PR, v. 13, n. 1, p. 45-58, 2001.

SOUZA, Z. M. et. al. Influência da pedofoma na variabilidade espacial de alguns atributos físicos e hídricos de um Latossolo sob cultivo de cana-de-açúcar. *Irriga*, Botucatu, 9:1-11, 2004.

SPÖRL, C. *Análise da Fragilidade Ambiental Relevo-Solo com Aplicação de Três Modelos Alternativos nas Altas Bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata*. (Dissertação de Mestrado). São Paulo: FFLCH – USP, 2001.

STEPNIEWSKI, W. et al. Effects of compaction on soil aeration properties. In: SOANE, B.D.; OUWERKERK, C. (Ed.). *Soil compaction in crop production*. Amsterdam: Elsevier, 1994. p.167-189.

TAVARES FILHO, J. et. al. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Brasil, v. 23, n. 2, p. 393-399, 1999.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977.

TRICART, J. *Principes et méthodes de la geomorphologie*. Paris: Ed. Masson, 1965.

VALERIANO, M. M. *TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais*. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/guia_enx.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2009.

VEYRET, Y (org.). *Os riscos – o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. Tradução Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.

WAACK, R. S.; NEVES, M. F. *Competitividade no agribusiness brasileiro: competitividade no sistema agroindustrial da cana-de-açúcar*. 1998. V. 5. Disponível em: <http://www.fundacaofia.com.br/pensa/pdf/relatorios/ipea/vol_v_canaparte1.pdf>.