JOÃO DONIZETE LIMA

# MUDANÇAS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIEDADE - TRIÂNGULO MINEIRO (MG)

Rio de Janeiro

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

# MUDANÇAS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIEDADE - TRIÂNGULO MINEIRO (MG)

Doutorando: **João Donizete Lima**

Orientadora: **Profª. Drª. Sandra Baptista da Cunha**

**Rio de Janeiro**

**2007**

Lima, João Donizete.

Mudanças Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG) / João Donizete Lima. Rio de Janeiro, UFRJ/PGG, 2007.

ixx, 174f . : il. ; 30 cm

Orientadora: Sandra Baptista da Cunha.
Teses (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2007.
Referências bibliográficas: (167-174)
1. Geografia Física - Mudanças Ambientais. 2. Moderna Agricultura. 3. Bacia Hidrográfica. 4. Sustentabilidade. 5. Dinâmica da Paisagem. 6.Gestão Ambiental - Teses. I.Cunha, Sandra Baptista. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

**JOÃO DONIZETE LIMA**

# MUDANÇAS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIEDADE - TRIÂNGULO MINEIRO (MG)

Banca Examinadora

Profª. Drª. Sandra Baptista Cunha – Orientadora – UFRJ/UFF

Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira – UFG (Catalão – GO)

Profª. Drª. Mônica dos Santos Marçal - UFRJ

Prof. Dr. Manoel do Couto Fernandes - UFRJ

Prof. Dr. Reiner Olibano Rosas - UFF

Aprovada em **28 / 02 / 2007**

À Ádria, minha esposa, pelos constantes debates que em muito contribuíram para que este trabalho fosse concluído...

A Adhara e Adhaisa, minhas filhas, pelos seus incontáveis momentos de carinho e afeto que me incentivaram a continuar, mesmo quando tudo parecia perdido...

Vocês não só abdicaram de seus tempos e paciência, como também me acompanharam em vários trabalhos de campo, permitindo desfrutar de suas companhias e estimulando a concretizar mais uma etapa de minha carreira profissional...

**A GRANDEZA DO MAR**

Você sabe por que o mar é tão grande
Tão imenso
Tão poderoso
É porque teve a humildade de colocar-se alguns centímetros abaixo de todos os rios.
Sabendo receber, tornou-se grande.
Se quisesse ser o primeiro; bastaria ficar alguns centímetros acima de todos os rios, mas então não seria mar, mas sim uma ilha.
Toda sua água iria para os outros e estaria isolado.
A perda faz parte.
A queda faz parte.
A morte faz parte.
É impossível vivermos eternamente vitoriosos.
Precisamos aprender a perder, a cair, a errar e a morrer.
Impossível ganhar sem saber perder.
Impossível andar sem saber cair.
Impossível acertar sem saber errar.
Impossível viver sem saber viver.
Se aprenderes a perder, a cair, a errar, ninguém mais o controlará.
Porque o máximo que poderá acontecer a você é cair, errar e perder.
E isto você já sabe.
Bem aventurado aquele que já consegue receber com a mesma naturalidade
o ganho e a perda...
o acerto e o erro...
o triunfo e a queda....
a vida e a morte.

Paulo Roberto Gaefke (2002)

# AGRADECIMENTOS

Agradeço a Profª. Drª. Sandra Baptista da Cunha pela orientação, paciência, compreensão e amizade que garantiram o desenvolvimento desta pesquisa.

À CAPES pelo subsídio financeiro, no decorrer do 1ª ano de curso.

Aos professores do PPGG/UFRJ, que muito contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos funcionários da PPGG/UFRJ, em especial a Ildione e Nildete que nunca negaram apoio quando necessitei.

Aos colegas do PPGG/UFRJ, com os quais dividimos conhecimentos, ansiedade e agruras, mas, sobretudo amizade, compreensão e sabedoria.

Aos colegas do IG/UFU, pelo apoio, no empréstimo de material cartográfico, imagens de satélites, livros, revistas e teses durante o período da pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira, agradeço pela ajuda, especialmente nos trabalhos de campo relacionado aos estudos da vegetação, solo e fauna além de sugestões em geral.

A Universidade Federal de Goiás, e em especial, Curso de Geografia do Campus Catalão, que me garantiram horários concentrados e liberação por um ano de minhas atividades para que pudesse me dedicar à conclusão do curso de pós-graduação. Espero retribuir, colocando os conhecimentos adquiridos, à disposição desta instituição e, sobretudo, da sociedade.

Ao Thiago que se foi antes que pudéssemos realmente compreender a sua importância em nossas vidas. Thiago, a culpa não é sua, mas, os mais novos não deveriam partir antes dos mais velhos.

A todas as pessoas que direta e indiretamente deram sua contribuição para a conclusão desse trabalho. Os seus aportes foram inúmeros, mas, sobretudo a amizade de vocês me impulsionou a concluir este trabalho.

RESUMO

Esta pesquisa compreende o estudo das Mudanças Ambientais na bacia hidrográfica do rio Piedade no Triângulo Mineiro (MG). Esmiuçar os fatores que condicionaram estas mudanças ao longo dos 33 anos analisados (1973 a 2006), nos permitiu compreender a forma pela qual a degradação do ambiente nesta bacia ocorreu. Utilizando de técnicas de campo, pesquisas bibliográfica e cartográfica além do auxílio de técnicas de sensoriamento remoto e cartografia digital possibilitaram que uma seqüência cartográfica fosse construída, que auxilia na explicação dos fatores antrópicos degradadores do ambiente nesta bacia. O contato direto com a área de estudo também possibilitou que realizássemos coleta de água para tentar identificar possíveis contaminantes dos lençóis subterrâneos e canais fluviais que compõem a bacia do rio Piedade. Os nossos resultados demonstram que as evoluções dos processos de degradação que acarretaram as mudanças que tentávamos identificar são bem mais amplas do que o inicialmente imaginado. Contudo os objetivos propostos foram alcançados, além de possibilitar que ao final do trabalho pudesse ser apresentadas sugestões de soluções e alternativas para os problemas ambientais identificados.

Palavras Chaves: mudanças ambientais, bacia hidrográfica, sustentabilidade, paisagem.

ABSTRACT

This research aims the study of environmental changes in the Piedade Triângulo Mineiro(MG) hydrographical basin. Approaching the factors that lead to the current situation in the basin during the last 33 years (1973 to2006) made me able to understand the way in which the environmental degradation occurred. The use of field study techniques, bibliographical and cartographical research, and even more, the support on the remote sensing and digital cartography made possible the elaboration of a cartographical sequence that helps on the explanation on the antropic factores that degradates the environment in this basin. Our presence in the field study allowed us to collection of water in order to try to identify possible infectious elements in the underground sheets and fluvial channels part of the river Piedade basin The results and conclusion we came to show that the evolution of the degradation process that caused the changes we tried to identify are even more ruinous than we had figured out. Nevertheless, the goals proposed were reached, besides and this study leads us to present suggestions with solutions and alternatives to the identified environmental problems.

Key words: enviromental changes, hidrographical basin, sustainability, landscape

**INTRODUÇÃO ..... 14**
Objetivos Propostos ..... 18
Justificativas..... 19
Localização ..... 23
Área de Estudo..... 25
Hidrografia ..... 25
Geologia ..... 27
Clima ..... 28
Vegetação ..... 29
Geomorfologia..... 30
Solos..... 31
**1 BASES CONCEITUAIS ..... 35**
1.1 Cerrado ..... 39
1.1.1 Composição..... 42
1.1.2 Biodiversidade ..... 47
1.1.3 Degradação do Cerrado..... 49
1.2 Recursos Naturais X Atividades Antrópicas..... 51
**2 Sustentabilidade e Mudanças Ambientais no Cerrado. ..... 61**
2.1 SUSTENTABILIDADE: conceituação ..... 63
2.2 A Sustentabilidade no Cerrado Brasileiro ..... 67
2.2.1 A Sustentabilidade do Cerrado no Triângulo Mineiro. ..... 68
2.2.2 Recursos Hídricos, Agricultura e Sustentabilidade no Cerrado do Triângulo Mineiro. ..... 76
**3 METODOLOGIA: Materiais, Procedimentos e Técnicas. ..... 84**
3.1 Material Utilizado ..... 84
3.2 Procedimentos e Técnicas ..... **Erro! Indicador não definido.**
3.3 Levantamento Bibliográfico ..... 91
**4 BACIA DO RIO PIEDADE: participação do ambiente nas mudanças ambientais. ..... 102**

4.1 Triângulo Mineiro: mudanças ambientais ..... 107

4.2 Bacia Hidrográfica do Rio Piedade..... 115

4.2.1 O Quadro Natural ..... 115

4.2.2 Compartimentação do Relevo ..... 123

4.2.3 O Papel da Política Econômica e da tecnologia nas Mudanças Ambientais ..... 136

4.2.4 Processos de Ocupação ..... 139

4.2.5 Mudanças Ambientais..... 151

**Conclusões e Recomendações ..... 164**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 167**

**Índice de Figuras**

Figura 1 – Exemplo de um dreno em área de nascente.....**20**

Figura 2 – No 1º destaque uma Retroescavadeira, abrindo um dreno em uma área de nascente. No 2º destaque, em 2006, notam-se os drenos cheios d'agua e o entorno já preparado para o plantio. As Palmeiras Buritis (Mauritia Flexuosa) é a espécie vegetal predominante nestes ambientes.....**21**

Figura 3 – Adubação com vinhoto em uma área de plantio recente de cana-de-açúcar. .....**23**

Figura 4 – Área de estudo mostrando a rede de drenagem que compõem a bacia hidrográfica do Rio Piedade e as aglomerações urbanas que circundam à mesma e os pontos onde foram realizadas as coletas de água. .....**24**

Figura 5 – Cobertura vegetal de Cerrado e Mata Atlântica em 1500.....**30**

Figura 6 – As árvores vistas como obstáculo que impedem o "progresso".....**35**

Figura 7 – Área de Cerrado queimada X Área de Cerrado em regeneração. ....**36**

Figura 8 – Brasil: Expansão da área cultivada com plantio direto. .....**38**

Figura 9 – Vegetação típica de Cerrado situado em solos pobres em nutrientes e matéria orgânica, mas rico em Alumínio e bastante ácido. .....**40**

Figura 11 - Região do Cerrado no Brasil em 2006 e Área de estudo no Triângulo Mineiro - MG.....**46**

Figura 12 – Minhocuçu a venda como isca para pesca próxima a cidade de Pirapora (MG).....**56**

Figura 13 – Máquinas Agrícolas, impróprias, que foram e ainda são utilizadas no preparo do solo para plantio na Bacia do rio Piedade e no Cerrado de todo o Brasil. .....**56**

Figura 14 - Pato-mergulhão acompanhada de filhotes.....**57**

Figura 15 – Exemplo de duas lavouras de abacaxi na bacia do rio Piedade: a 1ª a esquerda utiliza técnicas modernas e a 2ª a direita emprega meios tradicionais de cultivo. .....**69**

Figura 16 – Número de Pessoas Ocupadas na Agropecuária por Sexo – 1996.**75**

Figura 17 – Recursos Hídricos e Minerais do Triângulo Mineiro – MG.....**77**

Figura 18 – Partes das Cartas Topográficas Itumbiara (SE-22-Z-B-I do IBGE) e Corumbaíba (SE-22-Z-B-II do DSG – Ministério do Exército) na escala de 1:100.000. Observe a descontinuidade das curvas de níveis, sinalizadas pelos círculos vermelhos. .....**85**

Figura 19 – Chave de Interpretação para as Imagens MSS e TM LANDSAT 1 e 5 utilizada para a elaboração dos mapas de uso da terra de 1973 e 2006.....**88**

Figura 20 – Placas em homenagem aos combatentes na Guerra do Paraguai, no município de Monte Alegre de Minas. Neste local encontra-se o Cemitério dos Bexiguentos (Heróis da Retirada da Laguna). No destaque a Bacia do Piedade. ..... **104**

Figura 21 - "Voyage Pitt, Dans Le Brésil" – de Rugendas, Johan Moritz (1802-1858). ..... **106**

Figura 22 – Resquício da vegetação de Mata, cercada por uma plantação de cana-de-açúcar. Está árvore tem 24 metros de altura, observar o autor de 1,72 m como referência. ..... **111**

Figura 23 – Foto aérea mostrando voçorocas em cabeceiras de nascentes, no município de Uberlândia - MG. ..... **112**

Figura 24 – Fornos de Carvoeiras as margens do Rio Paranaíba. ..... **113**

Figura 25 – Exemplo de Morrote que compõem os campos de Murundus ou covoais e no detalhe um dreno. ..... **115**

Figura 26 – Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, destacando as áreas de cada município e seus respectivos núcleos urbanos (sede e distritos). **119**

Figura 27 – Área cultivada com sorgo em 2005, em 2003 essa mesma área foi cultivada com soja, ambas as culturas somente são viáveis com uso intensivo de maquinário e a baixa declividade do terreno. ..... **122**

Figura 28 – Subdivisões Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade. ..... **125**

Figura 29 – Avaliação Clinográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade. ..... **128**

Figura 30 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade. ..... **129**

Figura 31 – Representação do tempo de decomposição de alguns produtos e elementos comumente encontrados nos rios, lagos e represas. ... **134**

Figura 32 – Usina Santa Luzia, nota-se a cor amarronzada da água na entrada da turbina e ao fundo a última cachoeira do rio Piedade, antes de desaguar no rio Paranaíba. ..... Erro! Indicador não definido.

Figura 33 – Geologia da Bacia do Rio Piedade. ..... **153**

Figura 34 – Avaliação do Relevo da Bacia do Rio Piedade. ..... **155**

Figura 35 – Solos da Bacia do Rio Piedade. ..... **157**

Figura 36 – Presença de termiteiros em área de pastagens. ..... **158**

Figura 37 – Uso da Terra de 1973 da Bacia do Rio Piedade. ..... **160**

Figura 38 – Uso da Terra de 2006 da Bacia do Rio Piedade. ..... **161**

**Relação de Tabelas**

Tabela 1 – Estimativas da riqueza de espécies do Cerrado e comparação com o total de espécies conhecidas para o Brasil e para o Mundo.....**47**

Tabela 2 – Principais elementos minerais utilizados na construção de uma casa. .....**54**

Tabela 3 – Calcário – preço médio em R$ e US$ por toneladaErro! Indicador não definido.

Tabela 4 - Calcário Agrícola: produção por estado - período 1995 a 2005 (em 1.000 t) – Brasil. ..... Erro! Indicador não definido.

Tabela 5 – Documentação Cartográfica que foram utilizadas na pesquisa.....**84**

Tabela 6 – Imagem de Satélite utilizada na elaboração do mapa de uso da terra. ..... Erro! Indicador não definido.

Tabela 7 – Municípios que possuem parte de suas áreas dentro da Bacia do Rio Piedade com suas respectivas populações totais. .....**118**

Tabela 8 – CEMIG - Balanço hídrico da PCH (Pequena Central Hidrelétrica) Santa Luzia no Rio Piedade. ..... Erro! Indicador não definido.

Tabela 9 – Área e Percentual das Classes do Mapa de Uso da Terra de 1973. .....**158**

Tabela 10 – Área e Percentual das Classes do Mapa de Uso da Terra de 2006. .....**159**

Tabela 11 – Resultados da análise das quantidades de DQO e DBO, presente nos pontos de coletas de $H_2O$. .....**163**

## SIGLÁRIO

| | |
|---|---|
| ABEF | Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANTT | Agência Nacional de Transportes Terrestres |
| APDC (CERRADO) | Associação de Plantio Direto do Cerrado |
| BNDES | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social |
| CATI/SP | Coordenadoria de Assistência Técnica Integral |
| CELG | Companhia Energética de Goiás |
| CEMIG | Centrais Elétricas de Minas Gerais |
| CESP | Companhia Energética de São Paulo |
| CMMAD | Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundtland) |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| CPRM | Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais |
| DBO | Demanda Biológica de Oxigênio |
| DNPM | Departamento Nacional de Produção Mineral |
| DQO | Demanda Química de Oxigênio |
| ELETROBRÁS | Centrais Elétricas Brasileiras S.A. |
| EMATER | Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural |
| EMBRAPA/CPAC | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (Atualmente EMBRAPA/CERRADOS) |
| EPAGRI/SC | Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. |
| EPAMIG | Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais |
| FUND/MS | Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias |
| FURNAS | Centrais Elétricas S.A |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis |
| IBDF | Instituto Brasileiro de Desenvolvimento florestal (atual IBAMA) |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDH | Índice de desenvolvimento Humano |
| IGA | Instituto de Geociências Aplicadas |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| INPE | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| ISO | International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização) |
| MINEROPAR | Minerais do Paraná S.A |
| NBR | Normas Brasileiras |
| ONG | Organização Não Governamental |
| PADAP | Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba |
| PCHs | Pequenas Centrais Hidroelétricas |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PND | Plano Nacional de Desenvolvimento |
| POLOCENTRO | Programa de Desenvolvimento dos Cerrados |
| PROÁLCOOL | Programa Nacional do Álcool |
| PRODECER | Programa Nipo-Brasileiro de Desenvolvimento Agrícola da Região dos Cerrados |
| PRODEPEF | Projeto de Desenvolvimento da Pesquisa Florestal |
| SIG | Sistema de Informação Geográfica |
| SINDICAL | Sindicato das Indústrias de Calcário e Derivados para Uso Agrícola do Estado de São Paulo. |
| SPRING | Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas |
| URSS | União das Repúblicas Socialistas Soviéticas |
| WWF | World Wide Fund for Nature (Fundo Mundial para a Natureza) |

# INTRODUÇÃO

# INTRODUÇÃO

A busca invariável pela compreensão da paisagem tem sido uma constante desde que o primeiro ser humano caminhou pela terra. Era necessário compreender porque nas margens dos canais fluviais havia maior exuberância arbustiva e também maior quantidade de fauna, que a tornava um local propício para caça, pesca e coleta de frutos. Todavia essas áreas também eram lugares onde estavam os grandes predadores, dessa forma, a paisagem deveria ser entendida para que os campos de coleta e os locais de caça não ficassem distantes demais das moradias humanas. A partir do momento em que este mesmo homem domina a arte de plantar e domesticar os animais, o entendimento das variações paisagísticas torna-se mais necessário, afinal era preciso saber onde encontrar os melhores solos, topografia, clima, regime de chuvas, dentre outros fatores condicionadores das atividades antrópicas.

Sabe-se que o homem é um grande agente modificador da paisagem, pois, através de equipamentos desenvolvidos especificamente para estes fins, ele consegue criar em áreas antes inóspitas, ambientes favoráveis ao desenvolvimento e aprimoramento de suas atividades. Querer desmistificar a ação do homem sobre o meio ambiente é também uma forma de auxiliar as políticas públicas e as ações privadas através da vivência, conhecimento, averiguação, análise e interpretação da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, com a finalidade de demonstrar a existência de mudanças ambientais significativas nessa bacia.

Até a década de 1960 e meados da segunda metade de 1970 o Cerrado (Escreveremos a palavra “Cerrado” em maiúsculo e como um nome próprio, assim como a Amazônia Mata Atlântica, Pantanal, etc. são escritos nas literaturas que estudam os ecossistemas mencionados.), sempre foi considerado como sendo constituído por um solo nutricionalmente ácido, de baixa fertilidade e com altos níveis de ferro e alumínio, propício apenas para a criação extensiva de gado. Contudo, através de uma correção e práticas adequadas de manejo e conservação podem se tornar solos altamente produtivos.

Com a construção de Brasília e a adoção de políticas de desenvolvimento e investimento em infra-estrutura, entre 1968 e 1980, a expansão agrícola tornou-se inevitável. Também, são quase incontáveis, os investimentos na região do Cerrado oriundos do governo brasileiro e do exterior (Japão e Europa), tanto no Cerrado do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (MG), como em Goiás e, a partir de 1988 em Tocantins, Mato Grosso do Sul, Maranhão e Piauí. Todavia, a fim de que esta expansão capitalista do setor agropecuário pudesse ocorrer foram necessários que Leis, Decretos e Projetos, que permitissem esta ocupação, fossem criados. Entre estes merece destaque o Código Florestal de 1965, o qual determinou que na Amazônia 80% da floresta são consideradas áreas intocadas, enquanto que, no Cerrado este valor é de apenas 20%.

Dentro deste contexto, a região do Triângulo Mineiro - MG, responsável por 12,69 % do PIB (Produto Interno Bruto) de Minas Gerais (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2003), se insere. Por ser a segunda região do Estado em arrecadação de impostos, tendo sua economia baseada quase que exclusivamente na agricultura e pecuária, o Triângulo Mineiro foi favorecido pelo desempenho das lavouras de soja, café, sorgo, cana-de-açúcar, abacaxi, laranja, milho, algodão, amendoim, feijão, tomate, e na produção de leite, ovos e de carnes bovina, suína e de aves. Os municípios que mais se destacaram na região do Triângulo foram Uberlândia, Uberaba, Araguari e Iturama, embora inúmeros se apresentem bastante significativos (Frutal, Monte Alegre de Minas dentre outros). A boa performance da indústria deveu-se aos segmentos alimentares, laticínios, fertilizantes, adubos e herbicidas, produção de sementes, beneficiamento de produtos de origem vegetal, cigarro, abate de animais, eletricidade, destilação de açúcar e álcool dentre outros. O setor de serviços, dinâmico na região, conta com eficientes sistemas de transportes, grande rede de comércio, atacadista e varejista, telecomunicações, expressivos estabelecimentos de ensino superior, dentre outros. Os municípios mais expressivos são Uberlândia (SADIA Alimentos S/A, Produtos ERLAN Ltda, Uberlândia Refrescos, CARGILL Agrícola S/A, Refrigerantes do Triangulo Ltda, ABC Indústria e Comercio S/A – ABC INCO, REIMASSAS Produtos Alimentícios S/A, ADM Exportadora e Importadora S/A, Moinho Sete Irmãos Ltda, SWIFT-ARMOUR S/A Indústria e Comercio, Frigorífico Luciana Ltda, Souza Cruz S/A,

DAIWA do Brasil Têxtil Ltda, NOVARTIS Agribusiness Ltda.), Uberaba (DAGRANJA Agroindustrial Ltda, MIUSA Matadouro Industrial Uberaba Ltda, SATIPEL Minas Industrial Ltda., Fertilizantes Fosfatados S.A - FOSFÉRTIL, MANAH S/A , FMC do Brasil Industria e Comercio S/A., BLACK & DECKER do Brasil Ltda), Ituiutaba (Frigorífico BERTIN Ltda, NESTLÉ do Brasil Ltda, NOVARTIS SEEDS Ltda, Frigorífico Diamante do Pontal Ltda.), Iturama (Usina Coruripe de Açúcar e Álcool, White Martins) e Araguari (Frigorífico Mataboi S/A, POMAR S/A Industrial e Comercial, Produtos Alimentícios FLEISCHMANN ROYAL Ltda, DAFRUTA Industria e Comercio S/A.).

O Triângulo Mineiro foi e continua sendo uma das regiões que mais cresce no Estado de Minas Gerais. Isto em decorrência do crescimento da fronteira agrícola para o Centro-Oeste, da melhoria de algumas rodovias (pavimentação e duplicação) que cortam a região, por ser uma área que está localizada entre o Centro-Oeste e o Centro-Sul do Brasil. Estes fatores tornam essa região uma rota de ligação quase que obrigatória para os agricultores (migrantes) que anseiam chegar à novas regiões do Centro-Oeste e Norte do Brasil em busca de terras mais baratas do que no sul e também melhores oportunidades nas atividades agropecuárias. Em contrapartida, outra linha de migrantes atravessa o Triângulo Mineiro buscando empregos e melhores condições de vida nas grandes cidades do sudeste e sul do país.

A fixação do pequeno e do grande agropecuarista na região do Cerrado foi beneficiada pelo desenvolvimento de pesquisas, em órgãos como a EMBRAPA/CPAC e algumas empresas privadas, nas áreas de solos e clima. O desenvolvimento de variedades de sementes, que se adaptem melhor à região de Cerrado, possibilitou, e ainda possibilita o desenvolvimento da agricultura nesta região, já que se dizia serem as regiões de Cerrado inviável para a produção agrícola.

Porém, a partir da segunda metade da década de 1980, apareceram problemas relacionados à produção como, por exemplo, armazenagem, transporte e também, problemas ambientais relacionados à degradação e contaminação dos solos, contaminação dos mananciais de água e destruição da fauna e flora do Cerrado. Estes problemas, passaram a fazer parte do nosso cotidiano.

Mediante os efeitos gerados pelas grandes extensões de pastagens e áreas agrícolas monoespecíficas, que são grandes consumidoras de insumos, como fertilizantes, herbicidas, defensivos agrícolas (pesticidas), além do intenso uso de maquinário pesado. Apresenta ainda, como efeito imediato, o empobrecimento dos ecossistemas em espécies nativas e a possibilidade de aparecimento de pragas devastadoras, além da propagação de ervas daninhas resistentes aos atuais herbicidas. Dessa forma, acreditamos que o estudo das "Mudanças Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG)", se faz necessária tendo em vista que nessa região o Cerrado apresenta-se, predominantemente, no topo das chapadas, em solos formados sobre rochas sedimentares cretáceas. Nessas áreas, onde as terras propiciam, em decorrência de suas baixas declividades, uma mecanização agrícola sem muitas dificuldades, associadas às modernas técnicas agrícolas, foram os elementos essenciais os quais impeliram agricultores e grandes empresas do setor agrícola a ocupar esta região dos Cerrados, com culturas temporárias e permanentes.

As paisagens naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade têm como característica, e isso podem ser estendidas a quase todas as bacias hidrográficas de médio e grande porte dos Cerrados, serem grandes acumuladoras de água, em decorrência de apresentarem solos espessos, aliados a uma boa porosidade dos mesmos. No Triângulo Mineiro, estas áreas também aparecem como grandes dispersoras de água.

A ocupação desses solos, contudo, somente é viável através de altos investimentos via financiamento privado, estatal ou próprio, os quais têm que ser pagas em no máximo cinco anos. Contudo, para que essa dívida possa ser paga, torna-se necessário o uso intensivo dessas terras, com duas ou mais produções anuais através do uso de irrigação, aliada as altas concentrações de calcário, fertilizante, herbicidas, defensivos (venenos), os quais contribuem para a melhoria das condições químicas dos solos. O uso de todo esse aparato tecnológico favorece o aumento da produção e a melhoria das condições dos solos, mas, em longo prazo, serão afetadas as condições ambientais naturais como recursos hídricos, fauna, flora e paisagens, e é nesse ponto que esse trabalho busca compreender porque as Mudanças Ambientais na Bacia

Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG) podem servir de exemplo pelo qual o ecossistema Cerrado tem passado.

## Objetivos Propostos

**Gerais:**

Compreender a moderna agricultura e a sua associação com a compartimentação da paisagem e a dinâmica hidrológica na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade no Triângulo Mineiro – MG. Buscando identificar os fatores e agentes condicionadores e modificadores do atual quadro de degradação ambiental dessa bacia hidrográfica.

**Específicos:**

Definir a compartimentação do relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade;

1. Com base na metodologia definida por Ab' Saber (1969) e adaptada por RIBEIRO (1989) e (2001), relacionar a degradação ambiental com a compartimentação da paisagem;

2. Avaliar o processo de ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade identificando as áreas ocupadas com o uso antrópico e com vegetação natural para os últimos 25 anos (1978 e 2003);

3. Identificar como a substituição da vegetação natural tem contribuído para mudar a qualidade natural da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade;

4. Avaliar a ação do Estado nas mudanças ambientais da bacia, bem como analisar quais ações foram mais perniciosas;

5. Realizar análise de água para verificar a qualidade do atual quadro da bacia em decorrência dos diversos usos existentes na bacia do rio Piedade.

## Justificativas

O trabalho justifica-se pela necessidade de se conhecer e compreender o quadro atual em que se encontra a Bacia Hidrográfica do Rio Piedade e quais são as mudanças ambientais existentes.

A expansão da agropecuária altamente tecnicista implantou nas chapadas do Triângulo Mineiro, na qual insere-se a Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, uma verdadeira revolução, tanto ao nível de ocupação do solo rural quanto urbano. Os municípios que compõem essa região em decorrência, principalmente, do aumento da população urbana, têm trabalhado na construção de novas infra-estruturas, antes existentes somente nos grandes centros.

Contudo, o aumento dos impostos arrecadados pelos municípios possibilita a estes municípios executarem obras de pavimentação de vias públicas, água tratada, esgotos e energia elétrica em praticamente todas as residências. Atualmente, fazem parte dos novos projetos políticos dessas circunscrições administrativas a modernização de seus sistemas de transportes urbanos e rurais como também da melhoria do sistema educacional. Essas mudanças obrigaram e têm obrigado a construção de grandes usinas hidrelétricas para suprir esse mercado, que vinha surgindo tanto no campo (pivôs centrais, silos, dentre outros,) como nas cidades, com a implantação de novos equipamentos urbanos como bancos, armazéns para estocar a safra, restaurantes, panificações, lojas de materiais de construção, oficinas mecânicas, dentre outros.

Nas atividades de campo, foi possível observar o avanço da atividade agrícola por toda a chapada bem como sobre as áreas de nascentes, compostas por grandes espaços de solos, campos de murundus e covoais que outrora foram abundantes, nas nascentes do Ribeirão Bebedouro e Pouso Alegre (formadores do rio Piedade). Atualmente são paisagens raras de serem observadas. As últimas áreas características desses ambientes que ainda restam já têm em seu interior valas de drenos escavadas (figura 1 e 2). Essas valas visam secar os campos úmidos em no máximo três anos. Após esse período a terra pode ser arada e os plantios agrícolas convencionais são implementados ou pivôs centrais são instalados, onde são plantadas culturas de sequeiro no alto curso da bacia do rio Piedade.

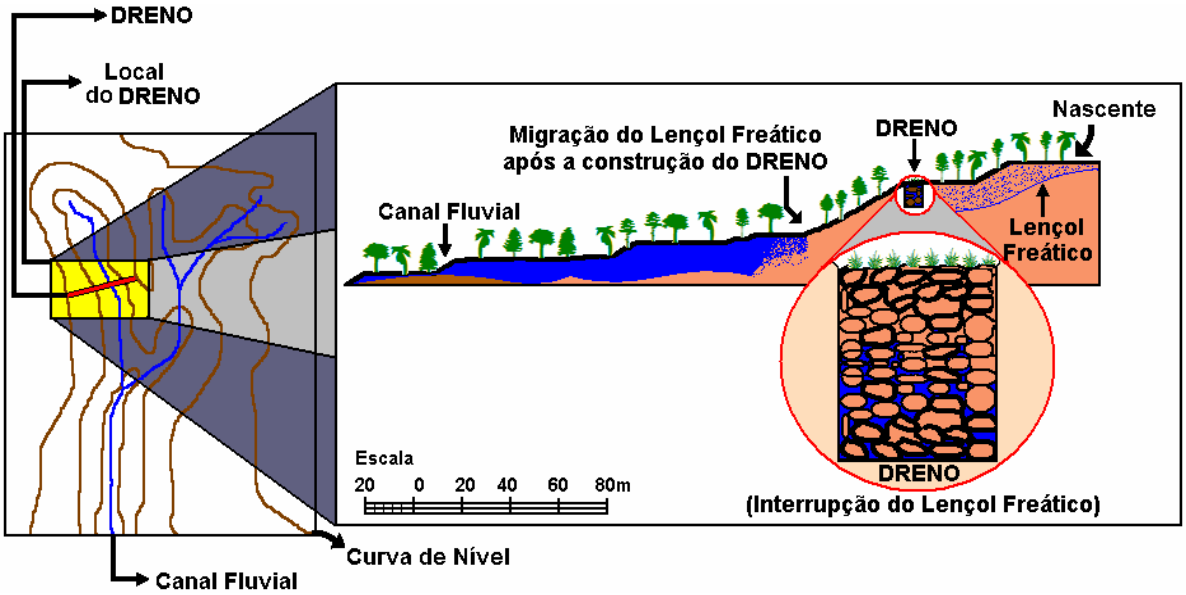


**Figura 1 – Exemplo de um dreno em área de nascente**

Ferreira (2003) destaca que essas áreas, predominantemente, caracterizadas pelas Veredas "(...) o rebaixamento do nível de base regional e a conseqüente dissecação fluvial do relevo, podem provocar a interceptação de níveis cada vez mais profundos dos lençóis aqüíferos da região. Como conseqüência direta deste processo, os lençóis superiores são progressivamente drenados, ocorrendo a migração dos aqüíferos sub-superficiais para níveis mais profundos". Esse fato pode até ser verdadeiro na Bacia do Rio Piedade, contudo os locais observados, onde houve migração do lençol freático, esse se deu pela interferência antrópica e não por causas naturais.

A Bacia do Rio Piedade tem o seu médio curso caracterizado por apresentar uma declividade mais acentuada (>17%). Em decorrência deste fator condicionante há o predomínio de pequenas propriedades voltadas para a pecuária e lavouras de arroz e feijão como também pequenas plantações de banana, mamão, maracujá, mandioca, abacaxi e café. O baixo curso do Rio Piedade possui solos mais planos e férteis, oriundos da decomposição das rochas basálticos. Esses solos vêm sendo utilizados para o cultivo da cana-de-açúcar há mais de 40 anos e de abacaxi há uns 35 anos. As atividades agrícolas que vem sendo desenvolvidas na área da Bacia do Rio Piedade englobam culturas como a soja, milho, abacaxi e cana-de-açúcar, as quais dependem de altas taxas de herbicidas e defensivos agrícolas para que possam ser eficientemente produtivas.

Retroescavadeira, abrindo um dreno em uma área de nascente (em 2003)

Drenos abertos em (2003), capturando lençol freático em área de nascente (em 2006)

**Figura 2 – No 1º destaque uma Retroescavadeira, abrindo um dreno em uma área de nascente. No 2º destaque, em 2006, notam-se os drenos cheios d'agua e o entorno já preparado para o plantio. As Palmeiras Buritis (Mauritia Flexuosa) é a espécie vegetal predominante nestes ambientes.**

O que contribui para a contaminação dos solos que são areno argilosos, e como se sabe esse tipo de solo possibilita uma percolação d'água de forma muito rápida. A conseqüência imediata dessa permeabilidade é, também, o transporte dos restos de adubos, defensivos e herbicidas não absorvidos pelas monoculturas, os quais acabam por contaminar os lençóis freáticos que originam a maioria das nascentes dessa região.

No processo de ocupação da Bacia do Piedade, as áreas mais preocupantes são as nascentes dos Ribeirões Bebedouro e Pouso Alegre (formadores do rio Piedade) localizadas no município de Monte Alegre de Minas e Tupaciguara – MG. Esses dois ribeirões são os principais tributários do rio Piedade que por sua vez é o mais importante canal fluvial a desaguar no rio Paranaíba já na área da Usina hidrelétrica de Cachoeira Dourada. A bacia do rio Piedade tem sua maior importância por constituir-se no único canal fluvial de grande porte que engloba municípios como Monte Alegre de Minas, Tupaciguara, Centralina e Araporã os quais são, essencialmente, agrícolas e com as terras mais férteis do estado de Minas Gerais, além de sua topografia suave e excelente fertilidade. Outra função impetrada ao rio Piedade e seus tributários são também:

- Irrigação de lavouras de sequeiro;
- Abastecimento de propriedades rurais;
- Abastecimento de indústrias (usinas de açúcar, álcool e alambiques);
- Abastecimento de rebanhos (bovinos, eqüinos, aves, suínos, dentre outros.);
- Recreação.

Contudo, essas atividades têm contribuído para que o volume de água em toda a bacia esteja comprometido. Tanto pelo uso indiscriminado de suas águas, quanto de seus solos. Nossa preocupação, portanto, se atem ao fato de que cultivos como a cana-de-açúcar e abacaxi, degradam bastante os ecossistemas onde são inseridos, além de contribuir para a contaminação do solo e, igualmente, dos lençóis freáticos dessa bacia hidrográfica. Na cultura do abacaxi, por exemplo, são utilizados defensivos agrícolas (venenos) altamente tóxicos no combate as pragas dessa cultura e na cana-de-açúcar o uso de

remanescentes industriais como o vinhoto[1] (figura 3), quando aplicado em quantidades elevadas sobre a cobertura morta do solo, só para dar sumiço ao excesso do mesmo.

**Figura 3 – Adubação com vinhoto em uma área de plantio recente de cana-de-açúcar.**

O vinhoto pode causar acidificação e até mesmo erosão do solo, além de ocasionar a redução de insetos polinizadores (abelhas, vespas, borboletas e coleópteros) como também de peixes nos canais fluviais onde estas atividades são desenvolvidas. Apesar de situações como as mencionadas serem conhecidas, os técnicos que recomendam tais atividades alegam que esses materiais não afetam a fauna, flora e recursos hídricos por serem produtos reconhecidos com as ISOs ambientais aceitas no mundo inteiro. Contudo, o ecossistema Cerrado é ainda desconhecido da maioria das empresas que produzem esses produtos, portanto ainda não se pode dizer com certeza quais são as conseqüências dos mesmos para esses ambientes.

## Localização

A área de estudo, Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, situa-se no oeste de Minas Gerais, mesorregião do Triângulo Mineiro e compreende parte dos municípios de Tupaciguara, Monte Alegre de Minas, Canápolis, Centralina e Araporã (figura 4). Esta área situa-se entre as coordenadas terrestres de 48°30’00” e 49°15’00”, a oeste do meridiano central de Greenwich, e 18°25’00”

[1] - O produto de calda originário na destilação do licor de fermentação do álcool de cana-de-açúcar. Este líquido é considerado um resíduo altamente poluidor. Também é conhecido como vinhaça ou restilo.

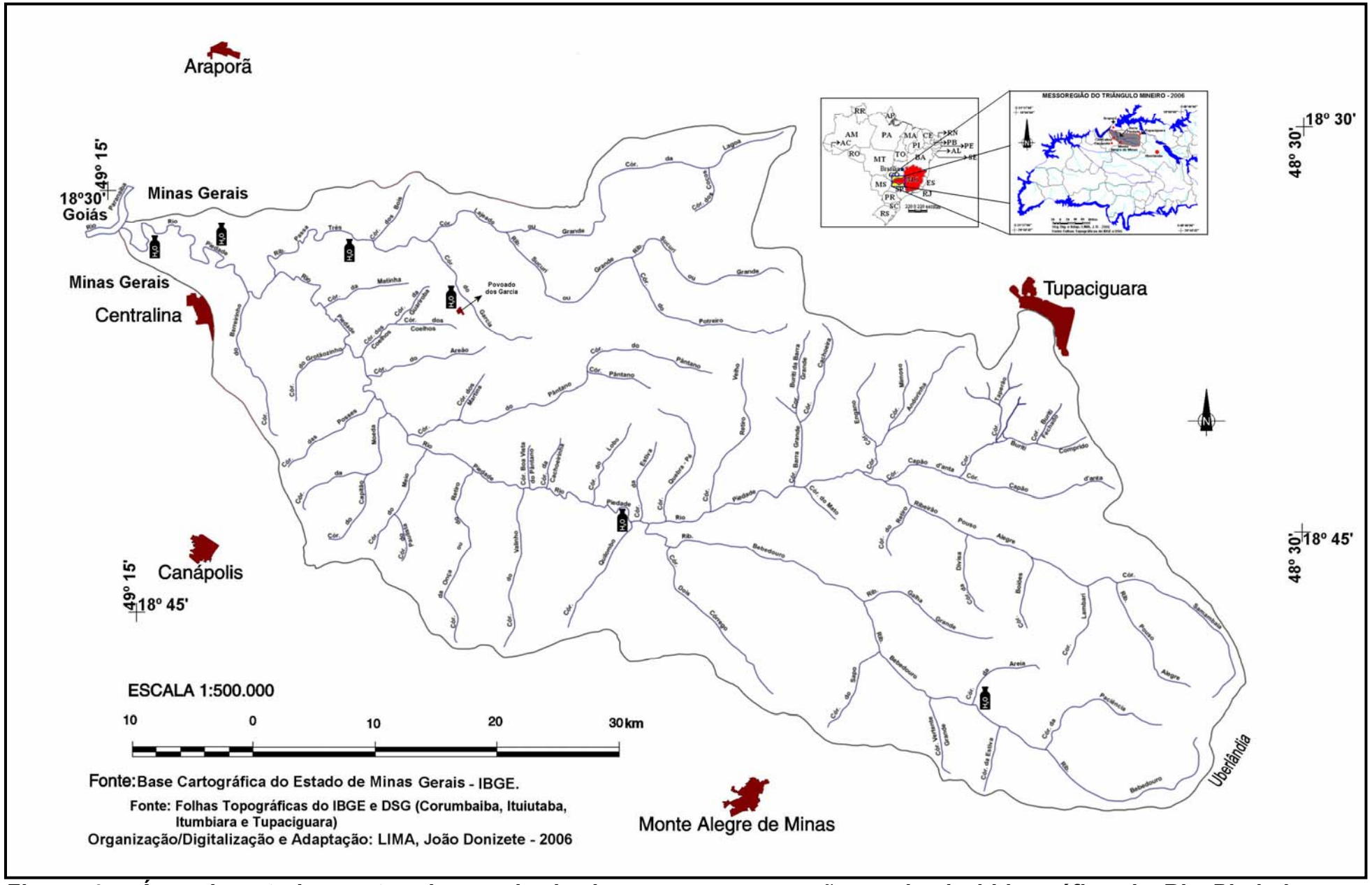


**Figura 4 – Área de estudo mostrando a rede de drenagem que compõem a bacia hidrográfica do Rio Piedade e as aglomerações urbanas que circundam à mesma e os pontos onde foram realizadas as coletas de água.**

e 19º00’00”, ao sul da linha do Equador. A Bacia Hidrográfica do Rio Piedade compreende uma área total de 2.771 km². A extensão máxima da bacia, no sentido sudeste-noroeste, é de 88.30 km, e a sua largura máxima é de 40 km, já o seu perímetro compreende aproximadamente 274 km. O canal principal do rio Piedade possui um comprimento aproximado de 217 Km.

A bacia hidrográfica do rio Piedade possui os seus limites circunscritos no médio curso do rio Paranaíba em sua margem esquerda. O mesmo situa-se entre dois grandes rios da região do Triângulo Mineiro (MG), sendo eles o rio Araguari e Tijuco. As bordas da bacia do Piedade são circundadas em sua borda leste/nordeste pela BR 452, na borda leste/sudeste e oeste/sudoeste pela BR 365, uma parte da borda leste e delimitada pela BR 153 a qual corta o baixo curso, já próximo a sua foz, da bacia do Piedade. O Alto Curso, mais especificamente as áreas onde ocorrem as nascentes dos ribeirões Bebedouro e Pouso Alegre são delimitadas pela confluência de duas rodovias federais.

A bacia hidrográfica do rio Piedade, serve também como fonte geradora de energia hidroelétrica, através das PCHs. Atualmente existem duas unidades desse tipo em funcionamento no rio Piedade sendo ela a Santa Luzia da CEMIG e a Piedade Usina Geradora de Energia S.A.

## Área de Estudo

### Hidrografia

O rio Piedade surge da junção de dois ribeirões que nascem em área rural, à leste da cidade de Monte Alegre de Minas e ao sul da cidade de Tupaciguara, em uma região de aproximadamente 900 m de altitude, nas proximidades do entroncamento das rodovias federais BR 452 e BR 365.

A situação da hidrografia de uma determinada bacia hidrográfica, normalmente, está condicionada por diversos fatores que determinam o seu comportamento, nas quais podem ser destacados os fatores externos representados pelo clima e atividades antrópicas, causadas, em geral, pelo uso e ocupação das bacias hidrográficas além dos fatores presente na superfície como o relevo, a geologia e a vegetação. Nesse trabalho demos maior ênfase

aos aspectos do relevo que, a nosso ver, constituem fatores condicionantes da hidrografia regional.

Nesse contexto, o quadro hidrográfico da Bacia do Rio Piedade é caracterizado pelos recursos hídricos relativamente abundantes. Essa rede de drenagem possibilita que as terras de chapada e até mesmo as menos declivosas das vertentes possam ser utilizadas o ano todo para a produção agrícola, tendo em vista que a quantidade de córregos, ribeirões e rios que nascem ou cortam a região é elevada e favorecem os cultivos irrigados, já que os canais fluviais dessa região são perenes.

No caso, das nascentes da bacia do rio Piedade essa água pode ser utilizada para beber, a chamada água potável. Contudo, em algumas nascentes são necessários pouco mais de duas centenas de metros para jusante para que a água seja considerada imprópria para o consumo humano, em decorrência da presença de coliformes fecais de animais como os bovinos, suínos, aves e resíduos deixados na camada asfáltica das rodovias que cortam ou delimitam essa bacia. Há também nas nascentes situadas em área de agricultura extensiva como a soja, milho, algodão, cana-de-açúcar dentre outras o uso intensivo de insumos e defensivos agrícolas. Sendo assim, á água para se tornar potável, novamente, precisa de tratamento e as técnicas para tornar a água potável envolve o consumo de energia, mão-de-obra, instalações, produtos químicos, infra-estrutura da captação e distribuição. Isto faz com que a água se torne um bem de consumo, um produto que tem um valor. E, exatamente por isto, não pode ser desperdiçado. Não podemos jogar fora o que foi produzido.

Vendo por este ângulo em que água é um bem de consumo devemos buscar compreender que as águas cobrem três quartos da superfície do planeta Terra. Segundo a World Resources Institute, ONU mais de 97,30% da água da Terra estão nos oceanos, sendo impróprias para consumo humano. Menos de 2,34% é água doce que estão nos pólos e nas Geleiras, as quais só podem ser aproveitadas por meio de lençóis subterrâneos muito difíceis de acessar. Apenas 0,36% encontram-se na superfície do planeta formando rios, lagos e pântanos. Esta é a água que podemos utilizar.

Sabendo que o potencial de água doce disponível para o consumo é de 0,36%, o uso desse bem para atender as necessidades humanas

é no mínimo controvertido, pois desse total 80% desta água tem sido utilizada pela agricultura, 15% é utilizado na indústria e apenas 5% é destinada ao consumo humano em suas mais diversas formas.

Avaliando o potencial disponível de apenas 0,36%, devemos considerar que o uso indiscriminado desse recurso natural está fadado ao esgotamento, tendo em vista que na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, e isto podem ser estendidas para quase todas as bacias dos Cerrados, a drenagem de nascentes e o uso para outros fins menos nobres tem no mínimo que acender a luz amarela para a sociedade como um todo, pois se pode mais aguardar de braços cruzados a destruição desse precioso bem natural.

**Geologia**

A estratificação geológica da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade faz com que a mesma apresente um padrão de drenagem arborescente[2] com vales em "V" no contato das rochas da formação Marília e em "U" nas chapadas onde a formação predominante é a Marília. Na porção sudoeste da bacia, a formação Adamantina é predominante. Canais fluviais mais retilíneos em decorrência da pouca resistência oferecida pelas rochas dessa formação, dentre as quais predominam os arenitos finos a muito finos e que apresentam estratificações plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte, com níveis conglomeráticos e carbonáticos. Esse tipo de formação apresenta ainda uma tendência ao concrecionamento e presença de bolas de argila, também são comuns. Contudo a desagregação dessas rochas forma extensos e espessos areões, que podem ser observados nas proximidades da BR – 365 e BR – 153 no município de Monte Alegre de Minas.

A estrutura geológica desta região é constituída por três camadas: a primeira é de solo arenoso (areia), a segunda é de arenito, que é uma rocha porosa a qual dá origem ao solo arenoso, e a terceira é de basalto que é uma rocha dura e impermeável que dá origem a terra roxa, no baixo curso

[2] A drenagem dendritica ou arborescente apresenta desenvolvimento semelhante à configuração de ramos de uma árvore. Este padrão desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontais. A presença de confluências em ângulos retos, no padrão dendrítico (retangular-dendrítico), constitui anomalia que frequentemente pode ser atribuída aos fenômenos tectônicos.

da bacia do Rio Piedade. A água pluvial infiltra-se pelo solo e acumula-se na rocha de arenito, originando o lençol freático. Quando este encontra uma camada de solo pouco espessa ou quando esta não existe, a água aflora na superfície, surgindo então uma nascente. Esses olhos d'água perenizam os canais difusos que, posteriormente, se juntaram no canal principal de um córrego, ribeirão ou rio. Vale ressaltar que este tipo de formação geológica favorece também a recarga do Aqüífero Guarani[3]. Este aqüífero é constituído de várias rochas sedimentares pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná que facilitam a percolação da água até sua área de deposição.

**Clima**

O quadro climático da região da Bacia do Rio Piedade é reflexo da dinâmica de circulação atmosférica que ocorre nesta área. Sabe-se que onde a variação térmica é função do relevo, da latitude e da continentalidade. Estes fatores desempenham papel fundamental no condicionamento das características climáticas.

O Instituto de Geociências Aplicadas – IGA (1984), afirma que existem duas estações climáticas bem definidas para a área de estudo: sendo uma com inicio em outubro e se prolonga até o mês de abril, caracterizada por temperaturas mais elevadas e maiores precipitações; e outra com período estendendo-se de maio a setembro, época em que predomina a estiagem. Segundo ANTUNES (1986) e BRASIL (1992), essa é uma área de transição do clima Tropical para o Tropical de altitude. A precipitação pluviométrica anual varia de 1.400 a 1.700 mm e as temperaturas médias anuais fica em torno de 21,9 ºC, sendo a média das máximas de 27,4 ºC, e das mínimas de 15,2 ºC. Grande parte do Triângulo Mineiro possui clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso. As áreas mais elevadas da região são caracterizadas pelos climas tipo Cwb e Cwa. A bacia do Rio Piedade possui clima do tipo Cwa.

[3] O Aqüífero Guarani é a principal reserva subterrânea de água doce da América do Sul e um dos maiores sistemas aqüíferos do mundo, ocupando uma área total de 1,2 milhões de km² na Bacia do Paraná e parte da Bacia do Chaco-Paraná. Estende-se pelo Brasil (840.000 Km²), Paraguai (58.500 Km²), Uruguai (58.500 Km²) e Argentina, (255.000 Km²), área equivalente aos territórios de Inglaterra, França e Espanha juntas. Sua maior ocorrência se dá em território brasileiro (2/3 da área total) abrangendo os Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Regionalmente, o regime de chuva é tropical com duas estações, caracterizado por um máximo pluviométrico no verão e um mínimo no inverno. Os totais anuais de precipitação concentram-se nos meses de outubro a março, com índice em torno de 80%. Dezembro é o mês mais chuvoso na área da Bacia do Rio Piedade. Um fato marcante na região é a baixa umidade relativa do ar entre os meses de maio a setembro, permanecendo abaixo de 70%; em alguns lugares como no alto curso da bacia, onde os valores chegam abaixo de 30%.

**Vegetação**

A bacia hidrográfica do rio Piedade esta inserida no domínio do Cerrado brasileiro. “Os limites geográficos da região dos Cerrados não coincidem na totalidade, mas reveste grandes extensões dos Estados de Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, parte de Mato Grosso, oeste da Bahia, sul do Maranhão e Piauí, boa parte de São Paulo, com radiações para Rondônia e Paraná. Em tempos remotos tinha maior abrangência, mas atualmente esta expansão é atestada por testemunhos na forma de enclaves na região amazônica (Amazonas, Pará, Amapá e Roraima). Por decorrência de expansão, ligada ao transporte por desgaste erosivo do Planalto Central, o Cerrado atingiu os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, ocupando grandes área dos Tabuleiros litorâneos” (FERNANDES & BEZERRA, 1990, 130-131).

A Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, apesar de encontrar-se dentro do Bioma Cerrado (figura 5), possui ainda algumas características decorrentes da faixa de transição climática, já mencionada anteriormente, que propiciou aqui a existência de uma faixa de transição vegetacional. Essas regiões fitoecológicas são compostas por um misto de vegetação com característica de Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica), ou seja, é uma área de tensão ecológica onde não se pode determinar com precisão absoluta qual é a formação vegetal predominante, principalmente, no baixo curso da bacia.

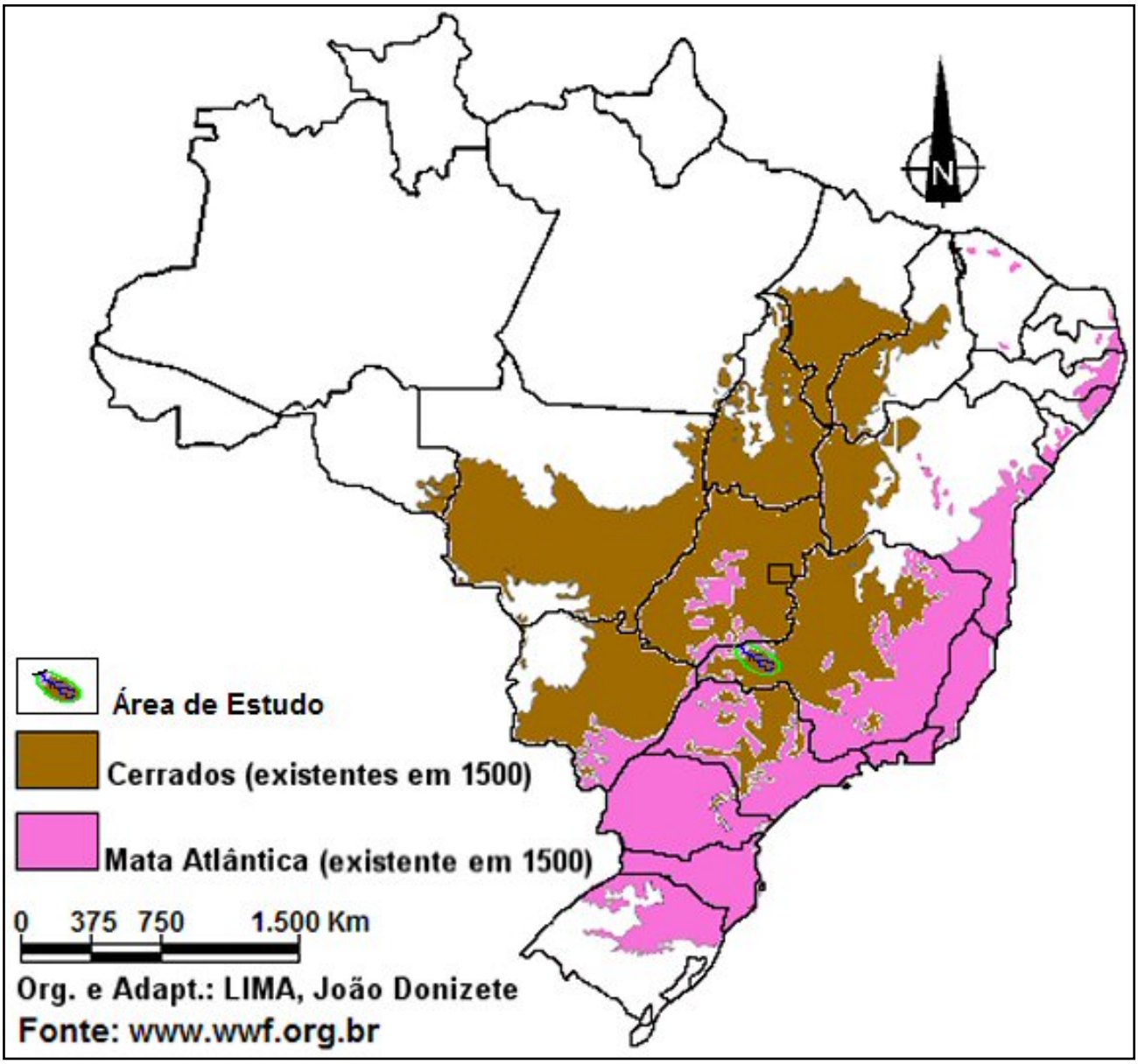


**Figura 5 – Cobertura vegetal de Cerrado e Mata Atlântica em 1500.**

**Geomorfologia**

Os trabalhos existentes sobre a Geomorfologia do Triângulo Mineiro registram a existências de certa uniformidade paisagística com raras alterações advindas de elevações como serras e morros mais proeminentes. Nishiyama e Baccaro (1989) ao avaliar os recursos minerais do Triangulo Mineiro, observaram que a "(...) morfologia geral da área exibe vastas superfícies aplainadas, cortando rochas cristalinas e sedimentares, constituindo os extensos chapadões. Com topos aplainados e geralmente limitados por escarpas erosivas, resultantes de erosão diferencial entre as formações Marília

e Adamantina ou mantidas pelos derrames basálticos como nas bordas das vertentes (...). Nas áreas de topo destas chapadas, os interflúvios são amplos e largos, separados por vales espaçados entre si, com pouca ramificação da drenagem e vertentes com declividades baixas entre 3° e 5°".

O Triângulo Mineiro apresenta uma diversificação de compartimentos geomorfológicos que segundo BACCARO (1990) são resquícios de atividades morfogenéticas do Terciário e Quaternário, presentes nos topos aplainados, nas camadas lateríticas, nos solos hidromórficos, nas lagoas e rampas côncavas coluviais.

A Bacia Hidrográfica do Rio Piedade está inserida no "Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central" de AB'SABER (1971) ou nos "Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná" denominação dada pelo RADAM (1983). Ao observar o nível de dissecação do relevo, dessa bacia hidrográfica, é possível ressaltar que os arenitos da formação Adamantina apresentam Índices de dissecação e declividade das vertentes um pouco mais elevados que os das áreas com o arenito da Formação Marília. As áreas com índices mais elevados de dissecação e declividade são as vertentes situadas nas partes mais alta da bacia, onde se encontram as chapadas que estão relacionadas às rochas dos Grupos Araxá.

**Solos**

Em decorrência da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade estar inteiramente localizada na região do Cerrado Brasileiro há de se considerar que os seus solos apresentem em sua quase totalidade solos ácidos, com baixa capacidade de troca de cátions e retenção de umidade, deficiência generalizada de nutrientes, particularmente de fósforo. Contudo, existem os aspectos positivos que são: as facilidades de mecanização, correção e construção da fertilidade (a aplicação do calcário ($CaCO3$) no solo reduzem a sua acidez), possibilidade de irrigação, elevada profundidade, friabilidade, porosidade e boa drenagem interna dos solos. Segundo KER et al (1992) estes fatores contribuem

para que a região do Cerrado seja considerada dentre aquelas de maior potencial agrícola do país.

Dentre as classes de solo presentes na Bacia do Rio Piedade está os Latossolos reconhecidos por serem solos profundos, muito bem drenados, homogêneos e altamente intemperizados e lixiviados. Esses solos tendem a ter teores de argila médios ou altos.

A bacia do Rio Piedade está estruturada pedologicamente em seu alto curso com a presença de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico ou Distrófico, contudo existe uma pequena fração de Luvissolos com argila de atividade alta onde estão todas as nascentes do Córrego Buriti, afluente da margem direita do Ribeirão Pouso Alegre. O médio curso é caracterizado por apresentar também Latossolo Vermelho-Escuro Álico a moderado e com textura média e relevo plano e suave ondulado. No extremo norte da bacia é possível observar uma pequena parcela de Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico epiálico a moderado com textura muito argilosa.

Ao longo do canal principal do Rio Piedade, logo abaixo da junção dos Ribeirões Pouso Alegre e Bebedouro, existe uma faixa de associação de Cambissolo Eutrófico com argila de atividade baixa mais Neossolos ambos com textura argilosa e fase pedregosa resultante do substrato rochoso, que no caso é o basalto.

A separação entre o médio curso da Bacia do Rio Piedade e o baixo curso ocorre, em uma área conhecida localmente como Serra da Piedade. Nessas paragens os Neossolos com horizontes A ou hísticos, com menos de 30 cm de espessura são predominantes.

O baixo curso é caracterizado por solos bem estruturados com altos teores de argila e matéria orgânica resultante da decomposição da rocha matriz, basalto, aliados a um relevo suave. Os solos predominantes nessa área da Bacia do Rio Piedade são os Argissolos (eram anteriormente chamados de Solos Podzólicos), Cambissolos (São solos que apresentam um horizonte subsuperficial submetido a pouca alteração física e química, porém suficiente para desenvolvimento de cor e estrutura), Neossolos Flúvicos (São solos pouco evoluídos, não hidromórficos, formados em depósitos aluviais recentes. Situa-se no contexto da bacia do Rio Piedade nas encostas e depressões sob Mata de Galeria e Mata Ciliar) e Latossolos (são solos altamente intemperizados,

resultantes da remoção de sílica e de bases trocáveis do perfil. As formas de relevo predominantes nos Latossolos são topografias plana e suave-ondulada em contexto de topo de chapada, associadas às classes de Latossolo Vermelho). Essa combinação de solos faz dessa área a mais de 40 anos uma área propicia para o cultivo da cana-de-açúcar e lavouras de arroz e feijão que são culturas que exigem para uma boa produção esses tipos de solos.

# CAPITULO II

## BASES CONCEITUAIS

# 1 BASES CONCEITUAIS

Oriunda da preocupação com a qual o meio ambiente rural e urbano vem sendo conduzido pelo homem moderno, esta tese buscou engendrar uma forma alternativa para esse processo. Contudo, ao deparar com a realidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade e o modo como os proprietários rurais, poder público municipal, estadual e federal vem conduzindo suas atividades e políticas sem se preocupar com as conseqüências dos seus atos, nossa preocupação inicial tornou-se ínfima. Não existe nenhuma preocupação sobre quais seqüelas podem originar da forma como esse meio ambiente vem sendo tratado (figura 6).

> "A agricultura, pela área que abrange e pelas práticas que utiliza, é tida como uma das atividades humanas mais impactantes ao ambiente. Numa paisagem agrícola, árvores ainda são consideradas um obstáculo que impedem o progresso" PENEIREIRO (1999).

**Figura 6 – As árvores vistas como obstáculo que impedem o "progresso".**

O Cerrado em todo o Brasil passa por um processo de degradação e mudanças ambientais sem precedentes. O desenvolvimento de pesquisas científicas conseguiu tornar os solos propícios para a cultura de grãos e fez com que rapidamente a ocupação populacional proporcionasse uma

gradativa mudança de paisagem, principalmente na cobertura vegetal. Acostumado às queimadas no período de estiagem que normalmente se estende de abril a setembro, esse Bioma não comporta técnicas preservacionistas por longo período no sentido de evitar essas queimadas. O acumulo de material seco e em decomposição em condições naturais são decompostos pela diversidade de invertebrados, sendo os mais notáveis, os térmitas (cupins) e as formigas cortadeiras (saúvas). São eles os principais herbívoros do Cerrado, tendo grande importância no consumo e na decomposição da matéria orgânica, assim como constituem uma importante fonte alimentar para muitas outras espécies animais. Contudo se esse excesso de resíduos da própria vegetação não for consumido pela inseto fauna, o mesmo se acumulará produzindo uma enorme quantidade de material a ser consumido pelas chamas caso ocorra um incêndio (figura 7).

> "O fogo, ocorrendo de forma natural, desempenha um papel ecológico importante, influenciando na rebrota das gramíneas que servem de alimento aos animais herbívoros, ou mesmo na manutenção das características fisionômicas dos ambientes abertos. O elemento fogo deve ser considerado no planejamento de áreas de preservação no domínio dos Cerrados" (Malheiros, 2000).

**Figura 7 – Área de Cerrado queimada X Área de Cerrado em regeneração.**

Além de seu uso para a agropecuária o Cerrado oferece, também, um imenso potencial lenheiro, o que tem favorecido a destruição da vegetação nativa para a produção de carvão vegetal. Iniciada timidamente na segunda metade da década de 1970 a ocupação do Cerrado se impulsiona na década de 1980. Todavia, essa ocupação se deu inicialmente por um sistema de monocultura seja ela de Pinus e Eucaliptos e posteriormente, sobretudo por

plantios anuais, como soja, milho, algodão e por culturas perenes como café e laranja. No decorrer dos anos as culturas anuais passaram a ocupar áreas cada vez mais extensas na época das chuvas, porém na época da seca o solo permanecia sem qualquer cobertura vegetal, apresentando uma paisagem de deserto. Hoje, aproximadamente, 95% da agricultura ainda se concentram no período chuvoso, sendo conhecida como "agricultura de sequeiro" (Assad, 1994). Enquanto no começo da ocupação os sistemas produtivos primitivos consumiam muitos recursos naturais com os desmatamentos, perda de solos, redução da fertilidade natural, como ainda é o caso do Triângulo Mineiro e da Bacia do Rio Piedade, hoje tais sistemas adotam novas tecnologias, consumindo menos recursos naturais, mas introduzindo no meio ambiente, novos elementos, tais como, fertilizantes químicos em grande escala, agrotóxicos e produtos causadores de outras formas de desequilíbrio.

> "(...) hoje há uma política específica para a ocupação do Cerrado para fins econômicos, com suas atividades básicas e essenciais para o país, através da pecuária, da agricultura e da silvicultura. O modelo econômico empregado nas áreas de ocupação do Cerrado diminui as possibilidades de sobrevivência do mesmo. Quanto mais se expandem as culturas de exportação, maior a necessidade de inserção de adubos, corretivos químicos, agrotóxicos, maquinários e implementos. Quanto mais se industrializa a produção leiteira e bovina, maior a dependência tecnológica, conseqüentemente, maior o grau de intervenção no bioma Cerrado" (FERREIRA, 2003).

O ingresso das técnicas de plantio direto no meio ambiente do Cerrado em meados da década de 1980 trouxe uma nova dinâmica na forma como o bioma vinha sendo utilizado. Por se tratar de um sistema de manejo do solo onde a palha e restos vegetais (folhas, colmos, raízes) são deixados na superfície do solo. O solo é revolvido apenas no sulco onde se depositam sementes e fertilizantes e as plantas infestantes são controladas por herbicidas. Não existe preparo do solo além da mobilização no sulco de plantio. Portanto o plantio direto é um sistema de manejo muito eficiente no controle da erosão. A palha sobre a superfície protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo a desagregação e a compactação da superfície, garantindo maior infiltração de água e menor arraste de terra. O plantio direto reduz em até 90% as perdas de terra e em até 70% a enxurrada. Haja vista que o plantio direto já é uma realidade (figura 8), que veio para ficar no meio ambiente do Cerrado,

não deve esquecer-se que para o sucesso do sistema são fundamentais a rotação de culturas e o manejo integrado de pragas, doenças e mato.

Nas pesquisas em campo, foi detectado que a rotação de culturas não vem sendo seguida e para resolver os problemas com eventuais pragas, opta-se por aumentar a quantidade de dessecantes para reduzir a quantidade de trabalho e facilitar a colheita. É uma técnica que envolve a aplicação de um produto químico para secar uma cultura artificialmente, o qual uma vez aplicado promove a rápida e completa secagem de todas as partes verdes de uma planta (ROMAN et all, 2001). Em boa parte da Bacia do Rio Piedade o uso de dessecantes, que são herbicidas totais (não seletivos) e que agem principalmente através da ação de contato tem sido intensificada. È necessário salientar que é importante tomar cuidados para que não ocorra deriva durante a aplicação e que a pulverização não atinja lavouras vizinhas.

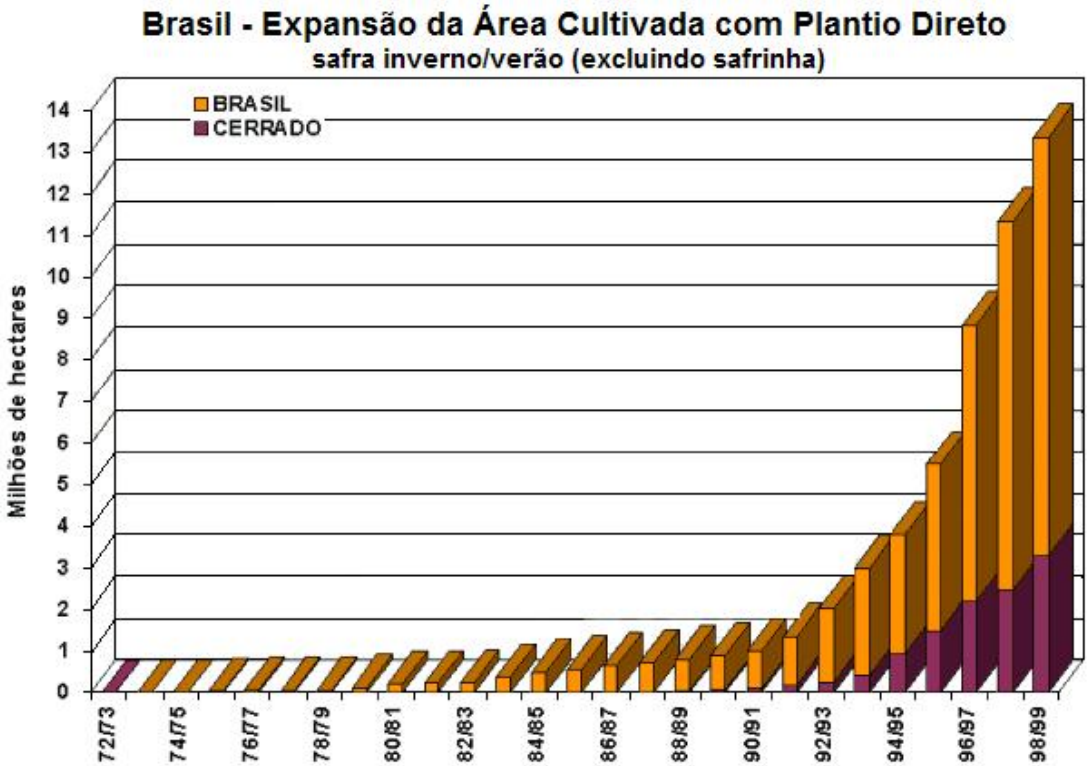


**Figura 8 – Brasil: Expansão da área cultivada com plantio direto.**
**Fonte:** EMATER/RS, EPAGRI/SC, EMATER/PR, CATI/SP, FUND/MS, APDC (CERRADO) - 2002.

Técnicas modernas são essências para que o meio ambiente do Cerrado possa ser utilizado como sistema produtivo eficiente. Contudo, devemos considerar que essas técnicas, se usadas de forma incorreta acabam por agredir esse mesmo meio que parecia ser tão favorável a essas novas tecnologias.

> "Os ecossistemas naturais estão sempre mudando, numa dinâmica de sucessão das espécies, caminhando sempre para o aumento da qualidade e quantidade de vida consolidada. Estas mudanças se dão numa dupla via: os seres vivos alterando o ambiente e o ambiente atuando sobre os seres vivos. Cada indivíduo é determinado pelo antecessor e determina o seu sucessor" (GÖTSCH, 1995).

Um exemplo disso pode ser visto no uso de produtos químicos para manter a palhada seca. O caráter abusivo dessa técnica pode levar a redução e até mesmo a extinção da fauna endopedônica. Esse tipo de fauna ao *"... ingerirem e excretarem material de solo ajuda a formar microagregados e a construir poros, tornando a estrutura do solo mais resistente aos processos naturais de erosão pelos ventos e chuvas*" (PRIMAVESI, 2000).

## 1.1 Cerrado

Tendo sua origem não muito bem definida devido a sua vasta extensão e diversidade paisagística o Cerrado é o mais antigo bioma brasileiro. A sua idade é calculada em cerca de 65 milhões de anos, remontando, portanto ao período Cenozóico. Para Salgado-Labouriau, et al., (1998) a origem e a formação do Cerrado do Brasil central ocorreram dentro de pulsações climáticas do Quaternário quando as florestas expandiram-se durante os interglaciais sobre o espaço do Cerrado e retraíram-se durante as glaciações. Em decorrência de sua idade a sua flora apresenta-se impar entre todos os biomas do país, ou seja, 70% de sua biomassa estão dentro da terra, por isso é comum dizer que os "Cerrados são uma floresta de cabeça para baixo".

> "O fato de os Cerrados serem uma "floresta de cabeça para baixo" ajuda a explicar a ausência das campanhas públicas voltadas a sua preservação. Os Cerrados não receberam a qualificação de patrimônio nacional dada à Amazônia, à Mata Atlântica ao Pantanal e aos Sistemas Costeiros pela Constituição brasileira de 1988. Assim, enquanto 12% da Amazônia tem sua área protegida na forma de unidades de conservação, este total não atinge 2% quando se trata do Cerrado. Além disso, na Amazônia, as unidades de conservação possuem área superior a 100 mil hectares, enquanto que no Cerrado, apenas 10% das unidades de conservação têm áreas que ultrapassam 50 mil hectares" (WWF, 1995:48-49).

Alguns cientistas o consideram o Cerrado tão velho que as alterações pela qual esse ecossistema tem passado não permitem qualquer revitalização. Uma vez devastado, devastado para sempre. Mittermeier et al. (1997) apud Machado, R.B. et all (2004) relata que:

> "O Brasil é considerado como um dos países de maior biodiversidade no mundo, pois se calcula que nada menos do que 10% de toda a biota terrestre encontram-se no país. Embora as estimativas de riqueza variem enormemente, o universo das espécies desconhecidas para os principais grupos taxonômicos já é suficiente para colocar o país no primeiro lugar mundial em termos de espécies. Além do tamanho, o isolamento geográfico observado no passado remoto e a grande variação de ecossistemas seriam as razões que explicam tal diversidade".

A vegetação do Cerrado é bem diversificada e não se restringe, apenas, a árvores tortas, cascas grossas, folhas pilosas e quebradiças, ver figura 9. O Cerrado possuem também e com muito maior exuberância, uma flora lenhosa composta por, *"...no mínimo, 989 a 1.753 taxons específicos e subespecíficos, de 366 a 575 gêneros e de 88 a 210 famílias botânicas. Como o número de espécies não-lenhosas (ervas e subarbustos) corresponde ao dobro ou ao triplo do número de espécies lenhosas, a flora total do Cerrado é estimada como sendo composta de 3.956 a 7.012 espécies"* (Castro, 1997:48). Aliadas a essa flora de certa forma diversificada e exuberante, a atração de uma fauna vivaz acabou por ser uma conseqüência nos bioma do Cerrado.

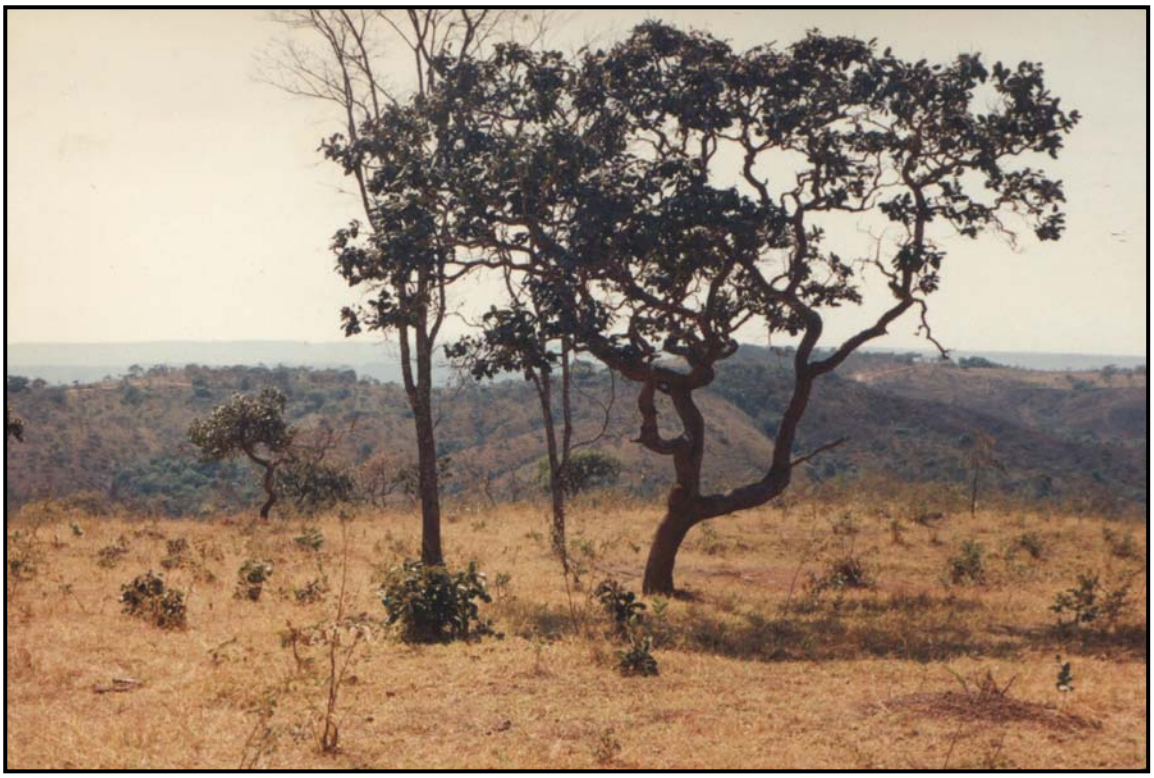

**Figura 9 – Vegetação típica de Cerrado situado em solos pobres em nutrientes e matéria orgânica, mas rico em Alumínio e bastante ácido.**

Ao longo dos últimos 65 milhões de anos de sua existência, há de se convir que houvesse uma adaptação destas plantas aos solos, ao clima e aos predadores característicos dos ambientes do Cerrado fazendo delas "bancos genéticos de muito maior valor do que o atribuído e que merecem ter importância muito maior do que apenas a de produzir carvão e enormes áreas de cultivo..." (CASTRO, 1997:49).

A destruição do bioma Cerrado é histórica, e as constantes insinuações de que este bioma não tem nada de exuberante, apenas contribui para que o mesmo seja cada vez mais vilipendiado em detrimento da fauna e flora que realmente não é, em muitos dos casos, exuberante. Contudo, são muito diversificadas e essas posturas de descaso, no que tange a sua preservação e conservação por parte tanto das populações inseridas nessas áreas como das instituições publicas que deveriam engendrar uma legislação específica sobre o Cerrado, protegendo-o de forma mais contundente, isto em todas as esferas: municipal, estadual e federal.

Ao longo da ocupação humana, pelas quais passaram e passam todos os Biomas brasileiros, o Cerrado tem chamado a atenção pela exclusiva falta de valor faunístico e florística que tanto Estado e sociedade civil organizada deram a este bioma. A figura 10 demonstra como foi, ao longo da história, o processo de ocupação e devastação da Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia no período compreendido entre 1550 a 2000. Com base nessas informações, e possível vislumbrar qual vai ser o futuro do Bioma Cerrado.

Portanto, urge planejar, criar e desenvolver planos de preservação do Cerrado, bem como de gestão deste ecossistema envolvendo todos, desde o poder público e a coletividade, no sentido de engendrar propostas, políticas e estratégias, não para eliminar, mas ao menos reduzir os atuais impactos pelos qual o bioma Cerrado, circunscrito em suas grandes, média e pequenas bacias hidrográficas vem passando. Não adianta apenas nos indignarmos com os atuais processos implícitos as bacias hidrográficas do Cerrado, e em especial a do rio Piedade, é necessário diagnosticar os problemas e buscar soluções que possibilitem a equidade das comunidades com o meio ambiente natural e ou modificado pelo homem.

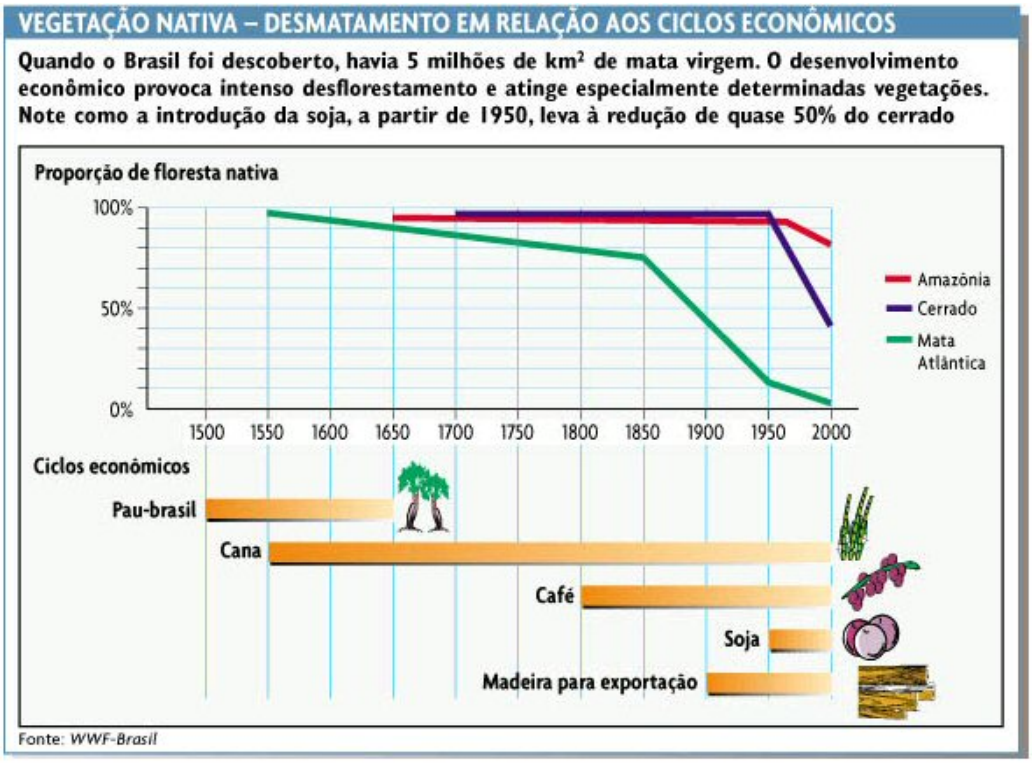


**Figura 10** – Processo de ocupação e devastação da Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia no período compreendido entre 1550 a 2000.

### 1.1.1 Composição

Estudos realizados por diversos autores desde as décadas de 1950, quando se inicia a construção de Brasília, detectaram-se ser o Bioma Cerrado o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando mais de 200 milhões de hectares, ou seja, aproximadamente um quarto do território brasileiro.

É de consenso entre os estudiosos do Bioma Cerrado que o mesmo é constituído por extensos planaltos existentes na área do Brasil Central. Essa região, predominantemente, situa-se entre os paralelos 10° e 20° de latitude sul, o que corresponde a 70% da região. A altitude esta compreendida entre 300 e 900 metros, as média anuais de temperatura situam-se entre 22°C e 26°C. Os índices pluviométricos oscilam entre 1200 e 1800 mm, esses índices estão correlacionados a uma estação seca que dura entre 5 e 6 meses. Além de sua área nuclear, o Cerrado se estendem através de

penetrações na região da Amazônia, Planalto das Guianas (no extremo nordeste do estado de Roraima), Caatinga, Mata Atlântica do Nordeste e Mata Estacional do Sudeste. O Bioma do Cerrado apresenta ainda outras tipologias vegetais tais como os campos úmidos, covoais, matas de riparia além de outros ambientes associados.

Estudos realizados por TRIQUET et al (1990) e GREGORY et al (1992) apud LIMA & ZAKIA (2000) sobre as matas riparias, diagnosticaram que geralmente as mesmas estão presentes nos altos é médios cursos dos canais fluviais. Em ambos os casos as mesmas estão ladeadas por campos hidromórficos ou por Campo Cerrado, Campo Sujo ou até mesmo por vegetações mais densas tais como o Cerrado sentido stricto, Cerradão ou Mata. Do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal.

> "Além das espécies tipicamente ripárias, nelas ocorrem também espécies típicas de terra firme, e as zonas ripárias, desta forma, são também consideradas como fontes importantes de sementes para o processo de regeneração natural Por outro lado , trabalhos em andamento mostram que na área de mata ciliar algumas espécies de terra firme não ocorrem, o que faz com que a idéia de "corredor" tenha que ser visto sob esta nova perspectiva" (KAGEYAMA et al, 1996).

A biodiversidade da área core de Cerrado é estimada em cerca de 10.000 espécies de Angiospermas (incluindo perto de 2000 spp arbóreas/arbustivas), cerca de 1000 Pteridófitas, 2000 Briófitas e 2000 Algas, totalizando cerca de 15 000 espécies de plantas. Possivelmente mais de 40.000 espécies de Fungos (incluindo liquens) ocorrem nessa província. Sem duvida, o Cerrado correspondem a savana de mais alta biodiversidade no mundo.

> "Em termos de recursos naturais, o sistema Biogeográfico dos Cerrados ostenta uma fauna variada, monumentos geomorfológicos e uma grande quantidade de recursos vegetais, representados por frutos comestíveis, fibras, espécies medicinais, madeiras, lenhas, etc. A ocupação das áreas do Cerrado realizou-se sem o conhecimento adequado das diversidade e especificidades ecológicas, ignorando as limitações inerentes ao Centro Oeste, Nordeste e as demais regiões onde ocorrem. Estudos realizados pelo Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado (Cadernos de Geociências . IBGE . Rio de Janeiro, 1994) estimam que existem 20.000 espécies conhecidas, o que consideram um grande patrimônio genético de valor biotecnológico. Porém, reconhecem que já devem ter sido destruídos cerca de 20 a 50 bilhões de gens em conseqüência da exploração predatória". (SOBREIRA, 2002).

Atualmente, a área core do Cerrado possui mais de um terço da sua cobertura natural modificada pela ação antrópica. Essas modificações são provocadas pelas inserções de novas atividades tais como pastagens plantadas, culturas anuais, reflorestamentos, áreas urbanizadas e áreas altamente degradadas.

> "No Brasil, a despeito do avanço institucional materializado em um conjunto de normas e do esforço de descentralização das políticas ambientais observado nas duas últimas décadas, é inegável a incapacidade do país de avançar sobre as questões econômicas e sociais em nível interno. Mantém-se a secular dependência externa e, a despeito do enorme potencial natural, submete-se às políticas que aprofundam o fosso entre os muito ricos e os muito pobres, até porque, quando se verifica algum esforço, ele não vem agregado a uma autonomia política que forneça os elementos para um desenvolvimento endógeno da economia. (...) Os instrumentos reguladores da política de meio ambiente, em qualquer nível de atuação, são representativos dos modelos tradicionais das relações sócio/naturais e têm a função de formalizar e legitimar os mecanismos de gestão, planejamento e controle do processo produtivo em um mundo cada vez mais globalizado. Permanecendo no nível formal das relações de mercado, tais instrumentos não alcançam as complexidades inerentes às variadas formas de relações entre a sociedade e a natureza" (CHAVES, 2003).

O Bioma Cerrado ocupa em todo o país uma área significativa de 2.036.448 km² ou 23,92% de toda a extensão territorial do Brasil (IBGE -2004), figura 11. A área abrangida pelo Cerrado no Brasil, cerca de 21,81% estão ocupadas por áreas agrícolas; o restante, 78,19% é ocupado pela vegetação nativa, onde é possível observar uma grande variedade fitofisionômica, tais como o Cerrado gramíneo lenhoso, que ocupa 10,47%, Cerrado em transição para a Floresta Estacional, com 28,78% e o Cerrado propriamente dito, com 60,75%. Todas estas denominações têm em sua composição florística espécies vegetais de grande, médio e pequeno porte.

Em alguns lugares, como a faixa de transição do Cerradão para o Cerrado e deste para o Campo Cerrado, é possível observar um emaranhado vegetacional, composto por cipós, arbustos, subarbústeos, capim e uma cobertura morta (serrapilheira) composta por restos de árvores, cipós e folhas que, muitas vezes, torna difícil a presença de espécies da fauna do Cerrado em seu interior.

Podemos entender por Cerrado toda aquela vegetação cujas plantas maiores têm uma aparência característica. Os troncos e galhos de árvores e de arbustos de caule grosso (aproximadamente de 20 cm ou mais de diâmetro na base) são, na maior parte, torcidos, isto é, têm numerosas dobras.

> "(...) A casca é usualmente grossa, cortiçosa e com arestas altas em virtude de seu fendilhamento vertical por causa do aumento do diâmetro do cilindro lenhoso dentro do envelope da casca. Em troncos e galhos de até 20 cm de diâmetro de algumas espécies, dois terços do diâmetro, ou seja 6,68 cm podem ser constituídos pelas cascas. (...) As folhas e folíolos de plantas lenhosas do Cerrado geralmente são um pouco grandes, a média sendo maior que o tamanho das folhas das florestas. Folhas do Cerrado, sejam sua espessuras fina ou grossa, usualmente são duras e crepitam quando dobradas. A superfície das folhas é lisa e cerosa, áspera ou pilosa. Na face inferior, as nervuras primárias e secundárias e, freqüentemente, as terciárias e quaternárias destacam-se, formando arestas duras. Na maioria das espécies, a cor da folha é mais clara (freqüentemente com nervuras amarelas) ou mais cinzenta do que as folhas da floresta mesofítica, especialmente durante a estação seca" *(EITEN, 1994).*

A bibliografia existente sobre o Bioma do Cerrado, enfatiza que o mesmo sempre foi visto como o ecossistema brasileiro de menor importância tanto no que tange a sua flora ou fauna. Em decorrência desse descrédito onde atualmente se localizam os grandes projetos agrícolas e suas lavouras de café, milho e soja, no norte de São Paulo, oeste de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Tocantins, oeste da Bahia, Oeste do Piauí e Sul do Maranhão, a vegetação predominante era de Cerrado.

> "(...) o Cerrado pode ser definido como filho rejeitado dentre os biomas brasileiros, de aparência retorcida, com árvores pequenas e de casca grossa, essa vegetação é a antítese da concepção estética que prefere as árvores grandes e retilíneas das florestas. O preconceito estético não permite valorizar a savana de maior diversidade biológica do mundo, e muito menos "ver" a exuberante beleza da explosão de vida que invade o Cerrado logo com as primeiras chuvas depois do período seco". (CORRÊA e FILHO, 1998).

Os aspectos fisionômicos constituído por árvores tortas e feias, fizeram com que os Cerrados sempre fossem vistos, para milhões de brasileiros como não sendo um Bioma. Tanto para o Estado brasileiro quanto para boa parte de sua população esse bioma só tinha duas utilidades: fazer carvão para as siderúrgicas, usinas de açúcar e álcool, fábricas que utilizam autos fornos e em última instância para uso em panificadoras, pizzarias, churrascarias ou simplesmente para uso doméstico. A de se salientar que a atividade siderúrgica é a terceira atividade mais predatória da natureza, perdendo apenas para a agricultura intensiva e a petroquímica. É importante explicar que as siderúrgicas são essencialmente dependentes de carvão – para obter 1 tonelada de ferro-gusa, as siderúrgicas necessitam consumir 0,75 toneladas de carvão, ou 3,0 $m^3$ de carvão. Para se ter uma idéia prática desse volume de carvão consumido. Sabe-se que são necessários 55 caminhões/dia, para produzir 20 $m^3$ de ferro.

**Figura 11** - Região do Cerrado no Brasil em 2006 e Área de estudo no Triângulo Mineiro - MG.

> "Estima-se que a participação do carvão a partir do extrativismo vegetal seja, proporcionalmente, maior que os dados indicados pelas estatísticas oficiais. Isso porque não há uma fiscalização mais rigorosa sobre a origem do produto, bem como uma taxação diferenciada para efeito fiscal. Por outro lado, a lei prevê para as empresas consumidoras o teto máximo de 40% de carvão obtido de florestas nativas, com redução gradativa até atingir o índice de 100% de utilização de florestas plantadas. Assim, o carvão vegetal de floresta nativa pode sair do estado de origem como produto oriundo da silvicultura, mascarando assim, as estatísticas oficiais" (CHAVES, 2003).

Em decorrência desta alta dependência do carvão vegetal necessário ao funcionamento dos altos fornos, durante os anos de 1970, um dos secretários da Agricultura do Estado de São Paulo "baixou uma portaria (...) mandando que a derrubada do Cerrado pudesse ser autorizada sem maiores formalidades, não se considerando a sua vegetação como floresta, mesmo quando tecnicamente isso fosse verdadeiro" (NETO: 1977). As conseqüências deste ato é que os Cerrados, no estado de São Paulo, foram praticamente extintos e substituídos, principalmente, por culturas temporárias (soja, milho e cana-de-açúcar), culturas perenes (laranja e café) e pastagens cultivadas.

### 1.1.2 Biodiversidade

A grande variedade de espécies, ou de outras categorias taxonômicas (como gêneros, etc.) de plantas ou de animais caracteriza a biodiversidade de um determinado local. As várias taxonomias do Bioma Cerrado apresentam elevada variedade florística e faunística (tabela 1).

**Tabela 1 – Estimativas da riqueza de espécies do Cerrado e comparação com o total de espécies conhecidas para o Brasil e para o Mundo.**

| Espécies | Cerrado | % Brasil | Brasil | Mundo |
|---|---|---|---|---|
| Plantas | 6.600 | 12.0 | 55.000 | 280.000 |
| Mamíferos | 212 | 40.5 | 524 | 4.600 |
| Aves | 837 | 49.5 | 1.700 | 9.700 |
| Répteis | 180 | 38.5 | 468 | 6.500 |
| Anfíbios | 150 | 29.0 | 517 | 4.200 |
| Peixes | 1.200 | 40.0 | 3.000 | 24.800 |
| Invertebrados | 67.000 | 20.0 | 335.000 | ? |

**Fonte:** Shepherd 2000, Silva 1995, Brandão *et al.* 1999, Colli *et al.* 2002, Mittermeier *et al.* 1997 apud Machado, R.B. et all (2004).

O Cerrado apresenta ainda uma enorme biodiversidade que pode, em alguns grupos taxonômicos, ser até maior que o da Amazônia.

Acredita-se que essa diversificada biodiversidade favoreceu a fixação de assentamentos de povos primitivos, remontando a cerca de 15.000 anos ou mais, e depois sofreu um processo de colonização que conseguiu, em muitos casos, estabelecer relações de produção relativamente adaptadas às condições ambientais. No entanto, especialmente a partir da década de 1960, passou a sofrer um processo de ocupação intensa, privilegiando o sistema de grandes propriedades, para a produção pecuária e, mais recentemente, para a produção de culturas de exportação e reflorestamento monocultural.

> "Os agricultores, em sua maioria, apresentam hábitos culturais errôneos. Optam por "limpar" o solo e por isso usualmente encontram-se focos de queimada de palha e resíduos de colheita. Como mostram os autores citados, a prática ideal é exatamente o contrário: movimentação apenas superficial do solo, com matéria orgânica semi-enterrada, mantendo o terreno protegido e aberto à penetração de água. Muito promissores, neste sentido, são os métodos de plantio direto, mesmo que estes signifiquem um uso inicial de herbicidas" (CRUZ, 2003).

Além da ameaça à biodiversidade, a destruição da vegetação nativa do Cerrado tem contribuído para um desequilíbrio ambiental mais amplo. Por conta da pouca oferta de água na superfície de grande parte da área, a flora desse Bioma desenvolveu um sistema radicular muito robusto, que chega a algumas espécies a 30 metros de profundidade. Conforme foi mencionado anteriormente o Cerrado é visto como uma floresta de cabeça para baixo, a qual tem a capacidade peculiar de fixar carbono, cerca de 2,5 toneladas por hectare a cada ano. O carbono é um dos elementos responsáveis pelo efeito estufa. Quando se encontra disperso na atmosfera sobre uma área de Cerrado, algumas plantas desse Bioma têm a capacidade de armazenar em suas raízes e troncos esse elemento. Dessa forma, o carbono contido nas raízes, fica por longo tempo retido no solo. Ao contrário das plantas introduzidas pela agropecuária, as espécies nativas têm certa resistência ao fogo, o que diminui o volume de carbono emitido durante as queimadas naturais ou provocadas. Por sua vez, a rebrota na época das chuvas contribui para retirar da atmosfera uma elevada quantidade desse elemento. Contudo, se não houver uma significativa redução no processo de degradação desse Bioma que, ao ser transformado em carvão ou simplesmente queimado também contribui para o aquecimento global, pois devolve para a atmosfera todo ou parte do carbono retirado enquanto essa vegetação estava intacta.

Duarte e Braga apud Sobreira (2002) discorrem sobre novas formas de perceber o Cerrado que se encontram entre os que pensam o Cerrado como uma fronteira agrícola a ser ocupada e, principalmente, aqueles que o pensa como um bioma a ser preservado. As diferentes visões balizam-se nos paradigmas clássicos que alicerçam as diversas formas de conceber o progresso técnico e a relação homem natureza.

Os cientistas e ambientalistas que trabalharam na elaboração da Agenda 21, propuseram medidas de utilização do Cerrado que, na prática, se assemelham a uma moratória. Essas pessoas defendem a idéia de que é necessário repensar o mais breve possível a forma que a agropecuária moderna avança sobre as áreas nativas de Cerrado. É preciso dar uma nova chance ao manejo tradicional por técnicas que causem menos impacto. Um bom indício de como o Cerrado pode ser utilizado de forma sustentável é dado por algumas comunidades vizinhas do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, em Goiás, e de uma fazenda localizada na junção de Minas Gerais, Goiás e Bahia, onde o objetivo é uma produção diversificada com a utilização cuidadosa das riquezas naturais do Cerrado.

Por sua excepcional biodiversidade o Cerrado constitui-se em um dos mais importantes ecossistemas brasileiros, portando é merecedor de mais atenção de todos para que possa ser preservado de forma a não prejudicar o desenvolvimento das atividades agropecuárias sem ocasionar mudanças ambientais que coloque em risco a existência desse Bioma.

### 1.1.3 Degradação do Cerrado

Até a década de 1950, o Cerrado mantivera-se quase inalterado. A partir da década de 1960, com a interiorização da capital e a abertura de uma nova rede rodoviária, largos ecossistemas deram lugar à pecuária e à agricultura extensiva, como a soja, arroz e ao trigo. Tais mudanças se apoiaram, sobretudo, na implantação de novas infra-estruturas viárias e energéticas, bem como na descoberta de novas vocações desses solos regionais, permitindo novas atividades agrárias rentáveis, em detrimento de uma biodiversidade até então pouco alterada.

Durante as décadas de 1970 e 1980 houve um rápido deslocamento da fronteira agrícola, com base em desmatamentos, queimadas, uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, que resultou segundo Mitermeier *et al.* (1999), em 67% de áreas do Cerrado "altamente modificadas", com voçorocas, assoreamento e envenenamento dos ecossistemas. Restam apenas 20% de área em estado conservado.

A partir da década de 1990, governos e diversos setores organizados da sociedade debatem como conservar o que restou do Cerrado, com a finalidade de buscar tecnologias embasadas no uso adequado dos recursos hídricos, na extração de produtos vegetais nativos, nos criadouros de animais silvestres, no ecoturismo e outras iniciativas que possibilitem um modelo de desenvolvimento sustentável e justo.

O IBAMA reconhece que atualmente existem oficialmente constituídas no Bioma Cerrado, 170 Unidades de Conservação administradas pelo poder publico (federal, estadual e municipal) e 17 por particulares de uso direto dos recursos naturais (áreas de Proteção Ambiental). Existem ainda 153 unidades de uso indireto de recursos e dessas, 11 têm área compreendida entre 100 e 700 milhões de hectares (1 ha equivale a 10.000 m²), 21 possuem entre 10 e 100 milhões de hectares, 19 compreende áreas de 1 e 10 milhões de hectares, e 102 possui menos de 1000 ha. Nesse contexto, a área total protegida de Cerrado corresponde a aproximadamente 3 milhões de hectares, ou seja, algo em torno de 1,5% da área core desse Bioma. Existem ainda as chamadas unidades de uso indireto (Parques, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas, Santuários de Vida Silvestre e Monumentos Naturais) e cerca de 10 milhões de hectares (cerca de 5% da província) na forma de unidades de uso direto. A representatividade dessas unidades de conservação em relação ao exigido por lei, está muito aquém da realidade que é de 20%. Contudo, os processos já engendrados no Bioma Cerrado, já são, em alguns casos, irreversíveis e o que precisa ser realizado é aprimorar a legislação ambiental existente visando minimizar, ao máximo possível, os impactos causados pela ação antrópica nesse ambiente.

Outra vertente que merece especial atenção é a fauna do Cerrado. Em virtude de ser um grande dispersor de água e manter contato entre os ecossistemas Amazônico, Caatinga, Mata Atlântica do Nordeste e Sudeste e

Florestas subtropicais do Sul do Brasil, o Bioma do Cerrado apresenta ainda a característica de servir como um corredor de migração de fauna entre essas regiões. A retirada das áreas de vegetação natural e o crescimento das áreas urbanas, aliadas ao aumento das atividades agropecuárias no entorno das cidades, fazem com que os animais silvestres estejam cada vez mais presentes nas ruas e quintais das casas.

O homem quando adentra os ecossistemas naturais agrega a eles seus valores e adapta esse habitat ao seu gosto. Essa tendência não ocorre somente em áreas litorâneas ou de elevado interesse turístico. No Bioma do Cerrado essa prática tem se tornado comum, e como conseqüência, tem-se encontrado cada vez mais animais silvestres (selvagens) em áreas densamente urbanizadas. Os animais que chegam ao meio urbano ou periurbano (área onde se apresenta a transição entre a concentração urbana e as regiões rurais) o fazem por encontrarem condições favoráveis à sobrevivência e procriação. As ruas, praças, bosques, parques e quarteirões oferecem abrigo e alimento para algumas espécies mais generalistas e adaptáveis. Movidos pelo encantamento e por certa conscientização ecológica, os seres humanos normalmente passa a tolerar esses animais até que sua reprodução, canto, dejetos comecem a causar transtornos a essas pessoas. Contudo, o que era belo e interessante, passa a ser odiado e às vezes até agredido. Todavia, não se deve esquecer que existem leis, conforme já foi mencionado, que protegem a fauna nativa do Brasil e qualquer atitude que não seja recomendada, poderá trazer a essa pessoa transtornos relacionados a lei que protege a fauna nativa.

## 1.2 Recursos Naturais X Atividades Antrópicas

No desenrolar da história da humanidade, algumas formas de apropriação da natureza, criadas para melhorar a labuta diária dos seres humanos, demonstraram ser instrumentos vorazes devoradores da natureza. Dentre as descobertas mais eficientes para degradar a natureza está o fogo: elemento cujo poder imenso não era proporcional ao pequeno grau de tecnicismo do homem pré-histórico. A partir do momento em que os homens primitivos aprendem que não é somente a caça e a coleta que pode suprir suas

necessidades. Ele passa a fixar suas moradias em lugares propícios ao cultivo e a domesticação e criação de animais, a humanidade deu seu passo inicial para confrontar os recursos naturais com as atividades antrópicas.

> "(...) Estamos assistindo a uma verdadeira explosão demográfica, sem equivalente na história da humanidade. Todos os fenômenos dos quais o homem participa se desenrolam a uma velocidade acelerada e num ritmo tal que os toma quase incontroláveis. O homem debate-se com problemas econômicos insolúveis, sendo o mais evidente dentre eles a subalimentação crônica de uma parte da população do mundo. Mas existem problemas ainda mais sérios. O homem moderno está dilapidando, sem se preocupar com o futuro, os recursos não renováveis, combustíveis naturais, minerais, correndo assim o risco de provocar a ruína da civilização atual" (DORST, 1973).

As atividades antrópicas têm exercido sobre o meio ambiente do Bioma Cerrado uma série de impactos ambientais como desmatamento, desertificação, êxodo rural, contaminação de cursos de água, erosão e assoreamento, exigindo o desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre o potencial desse bioma, bem como contribuam para a implementação de medidas mitigadoras e de manejo adequado dos recursos naturais.

> "Enriquecemo-nos pela utilização pródiga dos nossos recursos naturais e podemos, com razão, orgulhar-nos do nosso progresso. Chegou porém o momento de refletirmos seriamente sobre o que acontecerá quando as nossas florestas tiverem desaparecido, quando o carvão, o Ferro e o petróleo se esgotarem, quando o solo estiver mais empobrecido ainda, levado para os rios, poluindo as suas águas, desnudando os campos e dificultando a navegação". Théodore Roosevelt (Conferência sobre a Conservação dos Recursos Naturais. 1908).

Os impactos ambientais, que pode ser compreendidos como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por alguma forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Sendo assim, qualquer alteração causada ao meio ambiente pela ação do homem pode ser classificada como negativa ou positiva. Os aspectos negativos estão associados ao efeito da configuração destruidora ou degradadora dos recursos naturais. Por outro lado, esse aspecto pode ser positivo, quando o resultado de sua ação tem como finalidade ser um agente regenerador de áreas ou funções naturais anteriormente destruídas.

O ritmo de consumo dos recursos naturais disponíveis supera a capacidade de recuperação da Terra. O grande desafio é aumentar a qualidade de vida e reduzir o impacto sobre o meio ambiente. Tudo que o homem utiliza

no seu dia-a-dia vem do meio ambiente. São os nossos recursos naturais: solo, bens minerais, ar, água, fauna e flora. Com o passar do tempo, o homem aumentou sua capacidade de interferir no meio ambiente. Os desequilíbrios decorrentes da exploração inadequada dos recursos naturais fizeram com que o homem começasse a modificar a sua forma de relacionar-se com o meio em que vive, trabalhando para eliminar desperdícios e otimizando todos os recursos existentes.O desenvolvimento depende dos recursos naturais que devem ser utilizados de uma forma racional.

Os recursos naturais do Bioma Cerrado não se restringem apenas a sua biodiversidade florística e faunística. O solo e subsolo do Cerrado são também bastante promissores no que tange os minerais nobres e os elementos necessários à manutenção das atividades agropecuárias, indústrias, comerciais e até mesmo nas atividades antrópicas urbanas. Contudo a forma desmedida com que o homem tem utilizado os recursos naturais, tem contribuído, a cada dia para que percebamos a realidade que nos cerca. O metro quadrado na construção civil, no Triângulo Mineiro, cresceu vertiginosamente nos últimos dez anos em decorrência da construção de pequenas e grandes usinas hidrelétricas nos rios que antes forneciam, a preços quase irrisórios, areia, cascalho para uso direto na construção civil; argila usada pelas cerâmicas na fabricação de telhas, tijolos, manilhas e até mesmo pedra britada usada tanto na indústria da construção como para a pavimentação urbana.

> "Pedra britada : Em construção civil, as rochas mais usadas são: granito, gabro, diabásio, ou seja, rochas magmáticas. Eventualmente usam-se também algumas rochas metamórficas, que são, porém, menos favoráveis, pois tendem a formar fragmentos em placas, ao invés de equidimensionais. No caso, têm utilização: gnaisses e quartzitos. Usam-se também depósitos naturais de cascalho em aluviões, após a lavagem e seleção por tamanho" (CHIOSSI, 1987).

Uma pessoa consome direta ou indiretamente cerca de dez toneladas/ano de produtos do reino mineral (tabela 2), abrangendo cerca de 350 espécies minerais distintas. A construção de uma residência é um exemplo desta diversidade.

**Tabela 2 –** Principais elementos minerais utilizados na construção de uma casa.

| Elemento construtivo | Principais substâncias minerais utilizadas |
|---|---|
| tijolo | argila |
| bloco | areia, brita, calcário |
| fiação elétrica | cobre, petróleo |
| lâmpada | quartzo, tungstênio, alumínio |
| fundações de concreto | areia, brita, calcário, ferro |
| ferragens | ferro, alumínio, cobre, zinco, níquel |
| vidro | areia, calcário, feldspato |
| louça sanitária | caulim, calcário, feldspato, talco |
| azulejo | caulim, calcário, feldspato, talco |
| piso cerâmico | argila, caulim, calcário, feldspato, talco |
| isolante - lã de vidro | quartzo e feldspato |
| isolante - agregado | mica |
| pintura - tinta | calcário, talco, caulim, titânio, óxidos metálicos |
| caixa de água | calcário, argila, gipsita, amianto, petróleo |
| impermeabilizante - betume | folhelho pirobetuminoso, petróleo |
| pias | mármore, granito, ferro, níquel, cobalto |
| encanamento metálico | ferro ou cobre |
| encanamento PVC | petróleo, calcita |
| forro de gesso | gipsita |
| esquadrias | alumínio ou ligas de ferro-manganês |
| piso pedra | ardósia, granito, mármore |
| calha | ligas de zinco-níquel-cobre ou fibro-amianto |
| telha cerâmica | argila |
| telha fibro-amianto | calcário, argila, gipsita, amianto |
| pregos e parafusos | ferro, níquel |

**Fonte**: MINEROPAR - Minerais do Paraná S.A, (2006).

As jazidas de calcário, por exemplo, que eram abundantes em vários municípios do Triângulo Mineiro, atualmente encontram-se abandonadas por não ser mais viável a extração mineral ou em fase final de lavra, algo para no máximo dez anos. Isso fez com que a opção pelo uso de outras formas de corretivos para tornar o solo do Bioma Cerrado apto para agricultura tecnicista fosse tomada. Ainda é bastante utilizado o calcário agrícola, contudo o volume da produção e o seu preço têm variado muito nos últimos anos (tabela 3 e 4).

**Tabela 3** – Calcário – preço médio em R$ e US$ por tonelada

| Preço Médio do Calcário entre os anos de 2000 a 10/2006. | | |
|---|---|---|
| **Ano** | **R$** | **US$** |
| 2000 | 13,20 | 7,09 |
| 2001 | 21,28 | 8,78 |
| 2002 | 20,51 | 6,87 |
| 2003 | 23,09 | 7,76 |
| 2004 | 23,14 | 7,89 |
| 2005 | 23,33 | 9,75 |
| 2006 | 22,10 | 10,11 |

**Fonte**: SINDICAL (Sindicato das Indústrias de Calcário e Derivados para Uso Agrícola do Estado de São Paulo) – 2006

**Tabela 4** - Calcário Agrícola: produção por estado - período 1995 a 2005 (em 1.000 t) – Brasil.

| UF | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 | 1995 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RS | 742,8 | 1.973,0 | 2.443,8 | 1.844,6 | 1.894,8 | 1.768,6 | 1.745,5 | 1.824,8 | 1.791,1 | 1.587,2 | 1.157,0 |
| SC | * 200 | 352,0 | *200,0 | * 300,0 | 295,8 | 382,7 | 253,2 | 282,6 | 378,2 | 279,4 | 203,6 |
| PR | 3.002,0 | 5.654,0 | 6.566,7 | * 4.500,0 | 4.259,9 | 3.514,9 | 3.231,9 | 4.125,4 | 4.887,8 | 3.979,4 | 3.238,8 |
| SP | 2.527,4 | 2.272,6 | 2.895,9 | 2.300,0 | 2.338,5 | 2.503,4 | 2.435,1 | 2.490,0 | 2.578,2 | 2.058,7 | 2.328,0 |
| MG | 3.644,7 | 3.082,0 | 3.832,8 | 3.379,9 | 2.740,0 | 3.287,8 | 2.951,9 | 2.466,6 | 2.845,4 | 2.697,5 | 2.444,0 |
| MS | 237,0 | 920,0 | 800,0 | 933,4 | 580,0 | 550,0 | 300,0 | 300,0 | 510,0 | 320,0 | 200,0 |
| MT | 2.785,7 | 6.415,0 | 5.250,7 | 4.623,4 | 3.176,8 | 3.074,1 | 1.718,5 | 1.734,3 | 1.548,5 | 1.161,4 | 764,8 |
| GO | 1.600,0 | 3.100,0 | 3.000,0 | 2.700,0 | 1.452,1 | 2.250,0 | 1.765,0 | 1.527,7 | 1.645,2 | 1.765,0 | 1.180,0 |
| TO | 723,0 | 1.500,0 | 638,0 | 585,0 | 350,0 | 530,0 | 282,2 | 270,3 | 310,0 | 250,0 | 130,0 |
| MA | 40,0 | 400,0 | 400,0 | 350,0 | 400,0 | 420,0 | 250,0 | 315,0 | 300,0 | 280,0 | 180,0 |
| ES | 209,5 | 230,0 | 294,0 | 213,1 | 127,5 | 413,9 | 240,0 | 161,3 | 151,8 | 84,6 | 150,1 |
| BA | * 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AL | 0,0 | 101,7 | *100,0 | * 70,0 | 73,8 | 80,0 | | * 80,0 | * 80,0 | *60,0 | 50,0 |
| PE | 160,0 | 130,0 | 148,0 | 102,0 | 60,0 | 92,0 | 68,0 | 48,0 | * 60,0 | *60,0 | 45,0 |
| PA | 320,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Outros | 858,0 | 3.730,0 | *790,0 | * 538,0 | * 437,8 | * 437,8 | * 446,2 | 659,4 | * 346,0 | * 179,9 | * 174,0 |
| **Total** | **17.120,1** | **29.860,3** | **26.269,9** | **17.031,4** | **17.749,2** | **18.867,4** | **15.241,3** | **16.205,4** | **16.946,2** | **14.463,2** | **12.071,3** |

**Fonte**: CONAB = Companhia Nacional de Abastecimento – 2006

Relatórios do BNDES (1997) atestam que "as terras de Cerrado demandam, na abertura, correção de solo com uso intenso de calcário, em faixa de 4 a 6 toneladas por hectare". Essas novas áreas, que são abertas, precisam ser novamente corrigidas, em menor quantidade é claro, após a segunda safra, pois a condição dos solos do Cerrado não permite um período maior para que nova calagem seja feita. A introdução constante de novos elementos para manter, principalmente, as atividades agropecuárias produtivas e economicamente viáveis nesse Bioma culminam na interferência direta no habitat de muitas espécies da fauna e da flora dos Cerrado. Como exemplo disso pode citar o caso dos minhocuçu-do-cerrado (*Rhinodrilus alatus*) que podem atingir até quase dois metros de comprimento (figura 12). Por terem seu

habitat, geralmente, em vertentes de solo fértil, quando a atividade agropecuária mecanizada adentra essas áreas, principalmente através de máquinas impróprias para este tipo de solo, ocorre à destruição dos locais onde esses animais vivem (figura 13). No sopé da encosta escarpada da Bacia do Rio Piedade, esses animais eram relativamente abundantes, tanto que havia famílias que sobreviviam, apesar de ser proibido, de coletar esses animais para venderem como isca para pesca.

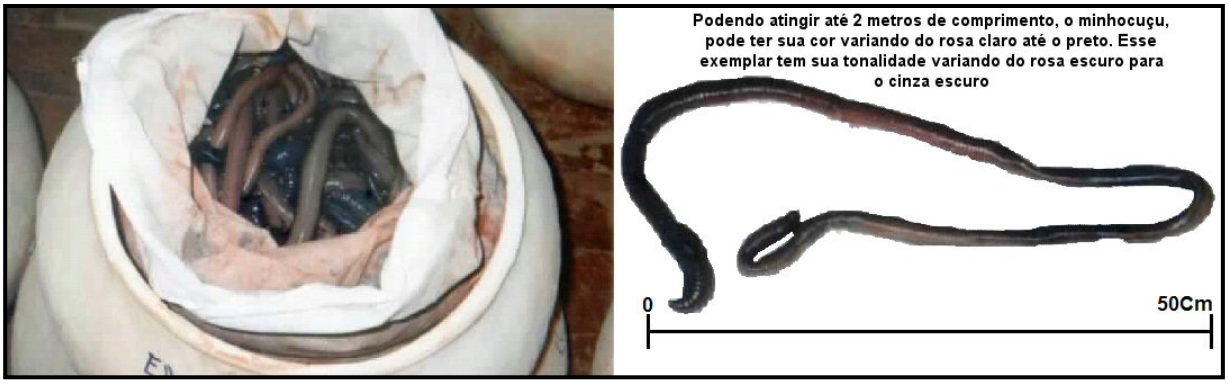


**Figura 12** – Minhocuçu a venda como isca para pesca próxima a cidade de Pirapora (MG).

**Figura 13** – Máquinas Agrícolas, impróprias, que foram e ainda são utilizadas no preparo do solo para plantio na Bacia do rio Piedade e no Cerrado de todo o Brasil.

Porém neste contexto de espécies ameaçadas de extinção o Cerrado tem sido um generoso fornecedor de exemplares. Um exemplo é o pato-mergulhão (figura 14) que no Brasil não recebe a menor importância, mas que entidades estrangeiras como a *Birdlife International* têm lutado para a preservação dos últimos locais onde esses animais ainda podem ser vistos. Dados recentes demonstram que existem cerca de 250 exemplares da espécie, todos no Brasil.

> O pato-mergulhão (Mergus octosetaceus), categorizado sob o critério da União Internacional para a Conservação da Natureza (The World Conservation Union) como criticamente ameaçado de extinção, é considerado uma das aves mais raras do mundo. No passado, de ampla distribuição geográfica, incluindo países como Argentina, Paraguai e Uruguai, a espécie tem hoje uma população estimada em somente cerca de 250 indivíduos, que sobrevivem principalmente no Cerrado brasileiro. (IBAMA - Baz Hughes et al, 2006)

O Pato-mergulhão é muito semelhante aos biguás (*Phalacrocorax brasilianus*) que são abundantes em quase todo o Brasil. Na Bacia do Rio Piedade os Biguás são frequentemente visto voando em bandos ou sozinhos. Por outro lado, os patos-mergulhões que outrora foram abundantes na Bacia do rio Paranaíba e em suas sub-bacias como a do Rio Piedade já, não são mais observados, como também não mais se vê outras aves como o Jaburu (*Jabiru mycteria*) e o macuco (*Tinamus solitarius*), antes abundantes nas lagoas e matas que compõem a Bacia do Rio Piedade.

**Figura 14** - Pato-mergulhão acompanhada de filhotes.
**Fonte**: IBAMA – 2006. (foto obtida em 2001, nas proximidades das nascentes do Rio São Francisco).

Na fase inicial de ocupação intensiva das áreas mais planas e férteis do Bioma Cerrado, o uso de maquinas agrícolas grandes e pesadas contribuíram para que houvesse uma fragmentação de habitats naturais acarretando a diminuição do tamanho de várias populações, de plantas e de

animais, seja pela diminuição das áreas ou pela competição pelos recursos remanescentes, tornando-as muitas vezes inviáveis, impedindo a circulação de animais de diversas espécies, com o estabelecimento de áreas de agricultura, áreas urbanas, estradas ou outros obstáculos, intransponíveis, além do estabelecimento de efeitos de borda em regiões de Cerradão, Mata Mesofítica e Floresta que é a queda das árvores adultas que, por sua vez, abafam as árvores jovens, causando sua mortalidade e aumento do número de cipós, de espécies parasitas e espécies adaptadas a solos pobres, além de contribuir para que mudanças microclimáticas e também da luminosidade, que facilitam a invasão biológica e o perigo de incêndios e de outros fatores de perturbação.

Os estudos têm demonstrado, que a exploração desordenada tem levado a fauna brasileira a um processo de extinção de espécies intenso, seja pelo avanço da fronteira agrícola, seja pela caça esportiva, de subsistência ou com fins econômicos, como a venda de peles e animais vivos. Este processo vem crescendo nas últimas duas décadas, à medida que a população cresce e os índices de pobreza aumentam.

> "(...) situação da Fauna brasileira, do total de 633 táxons apontados na Lista, 624 estão classificados em uma das três categorias de Ameaça (Criticamente em Perigo, Em Perigo e Vulnerável) adotadas para a avaliação e 09 em uma das duas categorias de Extinção. Os Vertebrados somam 67% do total de espécies indicadas sendo que, entre estes, estão cerca de 13% das espécies brasileiras de mamíferos. O bioma Mata Atlântica é o que apresenta maior número de espécies ameaçadas ou extintas, com 383 táxons, seguido pelo Cerrado (112), Marinho (92), Campos Sulinos (60), Amazônia (58), Caatinga (43) e Pantanal (30). Isso significa que, em conjunto, Mata Atlântica e Cerrado respondem por mais de 78% das espécies da lista, ou seja, 495 táxons." (BIODIVERSITAS, 2005).

Devemos nos ater ao fato que o alimento mais barato que chega a nossas mesas tem uma alta carga de responsabilidade no que tange a degradação do meio ambiente além de contribuir para que mudanças ambientais significativas permeiem o bojo dos ecossistemas e Biomas brasileiros. Nas sociedades contemporâneas (nos lares, no trabalho industrial e agrícola, nos rios e mares, no chão e na atmosfera, em todo o planeta) encontram-se substâncias químicas de origem antropogênica, criando muitas vezes riscos à saúde, ao meio ambiente e ao próprio futuro das sociedades humanas. O mesmo agrotóxico que elimina pragas de plantações, viabilizando latifúndios monocultores elimina a saúde ou a vida dos trabalhadores e famílias

expostas à sua ação. Paradoxalmente, novos métodos de identificação, análise e monitoramento de riscos são frequentemente anunciados como soluções na grande imprensa e em periódicos científicos. Alguns céticos consideram que a ciência e a tecnologia serão incapazes de resolver os problemas que engendram, sem trazer novos problemas. Argumentam outros que não se pode abandoná-las, que não há alternativa a não ser ocupar os espaços, mediante o uso de novas tecnologias sem correr o risco das ousadias locais se tornarem temeridades globais.

# CAPITULO II

## Sustentabilidade e Mudanças Ambientais no Cerrado

## 2 Sustentabilidade e Mudanças Ambientais no Cerrado.

A partir da segunda metade dos anos de 1980 e durante toda a década de 1990, acrescentarmos a palavra “ecológica” a um projeto agrícola, a um programa científico ou a um produto industrial já assegurava uma simpatia dos responsáveis por sua aprovação, pela destinação de recursos ou pela decisão de consumo. Era meio caminho andado, mesmo que o vínculo com a Ecologia (aqui entendida como ciência) fosse, de fato, muito tênue ou mesmo inexistente. Com o tempo, o termo se desgastou e passou a não ser mais suficiente para a aceitação automática do projeto ou produto. A palavra “verde” também teve sua fase, embora com mais representatividade nos setores menos especializados – como o mercado de consumo – do que nos meios financeiro, científico e ambientalista.

Agora, a palavra mágica da vez é “sustentável” ou a sua variante sustentabilidade (no início era “sustentado”, mas este termo foi logo abandonado ou ficou restrito a uns poucos casos, porque era estático demais). No período já mencionado, bastava acrescentar uma dessas palavras a pedidos de financiamento de projetos ou novos programas governamentais e não governamentais que as portas pareciam se abrir com mais facilidade. E a recíproca também era verdadeira, ou seja, sem “sustentável” não havia dinheiro, não havia acordo.

A indústria e o comércio também começavam a se valer da magia e usavam essas palavras para enfeitar *folders*, cartazes, relatórios e material de mídia, muitas vezes deixando o conceito esquecido em algum canto, ou nem mesmo tinham idéia do que ele realmente significava.

O conceito de sustentável, a bem da verdade, é bastante amplo e admite muitas variações. Além do que, é relativamente muito novo o que, entre cientistas e autoridades políticas, costuma ser sinônimo de controvérsia. Antes de arriscar qualquer definição, vale prestar um pouco de atenção ao significado dessa palavra, do latim “*sustentabile*”: que se pode sustentar; capaz de se manter mais ou menos constante, ou estável, por longo período. Portanto, sustentabilidade é aquilo que sustenta alguém ou alguma coisa. Talvez esteja aí a raiz da leviandade com que esse termo vem sendo aplicado a todo tipo de

projeto, inclusive aos golpes de charlatanismo, em que os únicos a serem sustentados são os charlatões.

Quando aplicado aos estudos ambientais, o termo sustentável deveria ser as medidas que visam manter a capacidade de reposição de uma população de uma determinada espécie, animal ou vegetal; a biodiversidade ou o funcionamento de um ecossistema. Quando entra algum tipo de extrativismo ou exploração de recursos naturais, a sustentabilidade é a medida do que pode ser extraído ou explorado sem depauperamento do patrimônio natural, a longo prazo.

Todavia, quando o assunto é agricultura, mineração ou atividades industriais, o conceito de sustentabilidade adquire contornos mais complexos, tendo em vista que se torna necessário conhecer quais os parâmetros que se querem sustentáveis. Pode-se falar em sustentabilidade econômica, sustentabilidade ecológica, sustentabilidade do solo, do minério, produtividade sustentável e assim por diante. E ainda existe o contexto a ser considerado: o que é sustentável na Amazônia pode não ser sustentável na Mata Atlântica ou no Cerrado. A produtividade que sustenta um plantador de milho no Nordeste não sustenta outro plantador de milho no Sudeste, mesmo que as áreas sejam iguais, porque a competição entre produtores, o nível e a qualidade de vida, a capacidade de suporte dos ecossistemas e o mercado são muito diferentes.

Tendo em vista que o maior desafio à implementação de uma atividade (projeto ou programa), visando atingir uma sustentabilidade, é provavelmente a integração de suas dimensões econômicas, sociais, e ecológicas, isto requer meios consistentes para solucionar os conflitos ou contradições que porventura surjam à medida que essas atividades estiverem sendo implementadas. Algumas saídas são claramente econômicas – os custos e benefícios provêm quase que exclusivamente dos indivíduos arrolados nesse processo. Outras são claramente sociais – as pessoas devem esforçar-se em compartilhar os benefícios recebidos. As saídas ecológicas são fundamentalmente questões de princípio – as gerações atuais devem aceitar a responsabilidade de proteger os direitos das gerações futuras como sendo um princípio ético ou moral. Os desafios surgem de problemas que têm dimensões

econômicas, sociais e ecológicas importantes, que podem estar à margem ou em uma interseção entre os três.

## 2.1 SUSTENTABILIDADE: conceituação

O conceito de sustentabilidade é muito amplo e abrange uma área muito grande do conhecimento humano. Quando se buscou compreender, pela primeira vez, as condições pelas quais os recursos naturais da Terra estavam passando, espalhou-se um pânico global pela preservação desses recursos, e a busca de novas alternativas energéticas, econômicas, agrícolas, industriais, etc. se tornaram prementes.

Dessa forma, o termo sustentabilidade veio para fornecer uma explicação de como o mundo poderia continuar se desenvolvendo, na medida em que os recursos minerais disponíveis à época estavam se exaurindo e novas alternativas ao desenvolvimento tradicional deveriam ser buscadas.

> "Desenvolvimento Sustentado também pode ser definido como um processo contínuo de aprimorar as canalizações de vida, enquanto se minimiza o uso de recursos naturais e se causa o mínimo de distúrbios ou desequilíbrios no ecossistema". RATTNER: 1999.

Como base nesse pressuposto deve-se, portanto, considerar que a idéia de sustentabilidade não é nova; contudo, a sua associação à noção de desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade é algo relativamente muito recente.

> "A noção de desenvolvimento sustentável vem sendo utilizada como portadora de um projeto para a sociedade, capaz de garantir, no presente e no futuro, a sobrevivência dos grupos sociais e da natureza. (...) inaugurando uma via alternativa onde transitam diferentes grupos sociais e de interesse como, por exemplo, políticos, profissionais dos setores público e privado, ecologistas, economistas, agências financeiras multilaterais, grandes empresas, etc." ALMEIDA: 2001.

Destarte, o termo sustentabilidade surgiu a partir dos termos "desenvolvimento igualitário" e "ecodesenvolvimento", utilizados com muita ênfase, pela primeira vez, durante a Conferência de Estocolmo, em 1972. Esses termos, por sua vez, culminaram na palavra sustentabilidade, no relatório Brundtland, em 1988. Contudo, visando esclarecer melhor esta celeuma entre o uso dos termos sustentável, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

procurou-se, através de uma pesquisa bibliográfica, tentar esclarecer as contradições entre usar, como usar ou não usar esses termos.

Toda a discussão surgida nos últimos 30 anos, no âmago do que seja realmente um conceito ideal para o termo sustentabilidade, ainda é muito abstrata e, em alguns casos, muito simplista, para definir uma atividade extremamente complexa.

> "A noção de desenvolvimento sustentável tem como uma de suas premissas fundamentais o reconhecimento da «insustentabilidade» ou inadequação econômica, social e ambiental do padrão de desenvolvimento das sociedades contemporâneas. Esta noção nasce da compreensão da finitude dos recursos naturais e das injustiças sociais provocadas pelo modelo de desenvolvimento vigente na maioria dos paises". ALMEIDA: 2001.

Por outro lado, explicações altamente simplistas têm contribuído para que a sustentabilidade seja compreendida como algo simples, semelhante às atividades desenvolvidas durante a Idade Média, nos feudos da Europa.

> "O conceito de desenvolvimento sustentável, embora possa ter inúmeras descrições e sua utilização nos meios de comunicação geralmente ocorrer em contextos vagos, é possível ser discutido objetivamente da mesma forma que se discute a sustentabilidade do crescimento econômico quando se considera a importância de manterem-se não declinantes os valores dos ativos de uma economia. (...) A questão atual da sustentabilidade apenas introduz a necessidade de tratar-se o capital natural diferencialmente do capital material". MOTTA: 1997.

Para que este trabalho pudesse encontrar instrumentos que permitissem, através de uma minuciosa pesquisa bibliográfica, compreender, no âmbito das ciências humanas aplicadas, como é o caso da Geografia, o significado de sustentabilidade aplicado na ocupação e domínio do espaço rural e urbano do Cerrado, optou-se por utilizar conceitos pré-estabelecidos por vários estudiosos do assunto, seja no Brasil ou no resto do mundo.

Durante as últimas duas décadas, a comunidade internacional (como também parte da comunidade brasileira) veio reconhecer que existe uma "conexão" entre satisfazer as necessidades das pessoas por recursos naturais e conservar ou proteger o ambiente natural. A esta "conexão" deu-se o nome de "Desenvolvimento Sustentável", a qual é reconhecida através da frase:

> "A humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável – de garantir que ele atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também às suas. O conceito de desenvolvimento sustentável tem, é claro, limites – não limites absolutos, mas limitações impostas pelo estágio atual da tecnologia e da organização social, no tocante aos recursos ambientais, e pela capacidade da biofesra de absorver os efeitos da atividade humana". CMMAD: 1988.

Esta definição foi utilizada pela Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no relatório “Nosso Futuro Comum”, em 1988. Este relatório forneceu uma definição (embora muito geral) para desenvolvimento sustentável que foi reafirmada no Rio de Janeiro na ECO - 92.

O objetivo do Desenvolvimento sustentável é “(...) requisito básico não só para a aquisição de aptidões e conhecimentos técnicos, mas também para o esclarecimento de novos valores que ajudem os indivíduos e as nações a enfrentarem as realidades sociais, ambientais e de desenvolvimento, que se encontram em rápida transformação. Se o mundo partilhar o conhecimento, haverá maior entendimento mútuo e maior empenho em partilhar eqüitativamente os recursos globais” (Ibidem, 1988). Haja vista que estudos sobre assuntos diferentes utilizam terminologias diferentes em suas pesquisas. É evidente, porém, que alguns grupos diferentes buscaram desenvolver uma definição que pudesse servir de consenso a todos e também às suas necessidades. Dentro dessas definições, já são bastante aceitáveis algumas idéias para o princípio da atividade sustentável, quais sejam:

- Adaptável a mudanças;
- Que haja uma integração entre o ecológico, cultural, e ecossistemas diversos;
- Seja uma atividade que não exclua as gerações futuras dessas opções;
- Considere que as condições sociais modernas, aliadas aos recursos atuais, podem não ser sustentáveis;
- Busque em soluções locais e que possuam apoio público novas formas de apropriação do ambiente;
- Avalie os custos e benefícios que a gestão de determinada atividade possa permitir o que a aproveitamento da mesma seja compartilhado por todos;
- Que o desenvolvimento sustentável seja utilizado para achar um setor de concordância entre as comunidades envolvidas no processo;

Também se faz necessário definir se o nível de sustentabilidade que se pretende alcançar deve ser restrito ao nível local, regional ou global. Porém, não se deve esquecer que nenhuma delas se satisfaz sozinha, sendo necessária uma conexão entre todas.

Com base nessas colocações, acredita-se que o conceito de sustentabilidade pode ser definido como um jogo de características, com base em critérios e medido por indicadores. Todavia, os indicadores de sustentabilidade só podem ser mensurados com o passar do tempo, visando compreender quais as características e tendências investigadas.

Outros pesquisadores têm se desdobrado em esforços, buscando alcançar um significado mais apropriado para o termo sustentabilidade.

> "A sustentabilidade exige que mercados e processos produtivos sejam reformulados de acordo com a lógica de retornos da própria natureza e não segundo a lógica do lucro, da acumulação do capital e de retornos em investimentos. O desenvolvimento precisa ser controlado segundo os limites que a natureza estabelece para a economia". SACHS: 2000.

Dessa forma, esse autor atribui um outro sentido a sustentabilidade que, para ele, possui um significado mais condizente com a realidade desse termo. SACHS acredita que outra definição para sustentabilidade, que não seja voltada para os limites da natureza, pode tornar-se algo bastante perigoso. Esse autor vê, em alguns novos significados, uma associação da sustentabilidade com o próprio desenvolvimento, e não com a natureza. Portanto, a sustentabilidade, nesses novos conceitos, envolveria uma necessidade de redescobrir ou reinventar quais são os limites da natureza ou admitir a necessidade de aceitá-los e mantê-los.

Muitos são os estudos que buscam na sustentabilidade uma linha de raciocínio que possibilite conduzir suas pesquisas de forma harmônica e objetiva. Contudo, nesses estudos, algumas confusões são comuns, como é descrito por FERNANDES FILHO e FRANCIS: 1997, onde os conceitos de ecologia e sustentabilidade são usados como sinônimos; entretanto essa associação, como já discutia SACHS, é uma associação perigosa.

Os resultados de uma sustentabilidade não são hierárquicos, pelo menos não no senso convencional, mas são bastante sistêmicos na natureza. A economia é um subsistema da sociedade que, sucessivamente, é um subsistema do sistema natural ou ecológico. Igualmente, a natureza predomina sobre a sociedade e por sua vez a sociedade predomina sobre a economia. Porém, a economia pode aumentar, ou pode destruir a sociedade, que em troca pode aumentar ou pode destruir o ecossistema natural. Do mesmo

modo, uma relação interdependente existe entre os três, ou seja, nenhum pode sobreviver independente do outro. Claro que a natureza poderia sobreviver bem às devastações econômicas da sociedade, mas é muito provável que ela, natureza, seja incapaz de sustentar a sociedade humana contemporânea.

Estabelecer funções hierárquicas visando alcançar uma sustentabilidade ou "desenvolvimento sustentável" surge da necessidade de se instituírem princípios organizacionais ou regras pelas quais um sistema possa funcionar como um todo, sem que haja uma agressão aos fundamentos da natureza. Para melhor compreender esta colocação, é necessário saber que o conceito de ecologia presume que há regras invioláveis para a natureza. Na busca de um desenvolvimento sustentável torna-se necessário compreender que deve haver uma ordem, uma hierarquia ou uma organização, inclusive nas sociedades humanas, pois afinal um sistema somente funcionará corretamente se houver harmonia. A economia é uma criação de sociedade. Do mesmo modo que a sociedade estabelece as regras pela qual uma economia tem que funcionar, também deve haver uma hierarquia natural entre ecossistemas, sistemas sociais e sistemas econômicos. Qualquer violação em um desses princípios hierárquicos, por mais simples que seja, pode produzir uma "insustentabilidade" desse sistema.

Portanto, a hierarquia natural entre sistemas ecológicos, sociais e econômicos deveria ser refletida em uma nova concepção de sustentabilidade, onde as sociedades teriam que se conformar, primeiro, com as responsabilidades éticas e morais de não degradar ou destruir coisas das quais depende o futuro da humanidade.

## 2.2 A Sustentabilidade no Cerrado Brasileiro

Atualmente, já é clara e reconhecida a importância do Cerrado para o *agribusiness*, no cenário nacional brasileiro. No entanto, para se formular um programa, projeto ou política de sustentabilidade, em nível regional[20], para o

20 O uso do termo "regional" como base para um estudo de como se tem processado o desenvolvimento sustentado de uma determinada parcela do espaço está alicerçado nos conceitos geográficos de região estabelecidos por Vidal de La Blache, Cholley, Perroux, Santos, etc. e deve ser compreendido como sendo formado pelas várias interações existentes entre fatores físicos, econômicos, políticos, sociais e culturais específicos, tendo o homem como o agente produtor e repassador de tais interações e relações. Concebe-se, com isto, então, o exame, a

→

Cerrado, deve-se considerar fundamental o estabelecimento de compromissos claros com as comunidades diretamente envolvidas. Pactos como esses viabilizam, se a proposta se concretizar, a construção de uma sociedade próspera, com autonomia decisória e com a democracia ampliada, a qual possibilitará um salto na qualidade e na participação dessas comunidades em direção a formas mais diretas de interferência popular, na discussão dos grandes temas que as envolvam diretamente. Além disto, promover no Cerrado um desenvolvimento sustentável dessas comunidades, alicerçado em atividades onde os danos ao meio ambiente possam ser previstos e evitados, se faz necessário, levando-se em conta não só os aspectos ecológicos das políticas, mas também os aspectos econômicos, comerciais, energéticos, agrícolas e outros.

Essa forma de pensar o desenvolvimento sustentável poderá coincidir com um aumento da produtividade nessas comunidades, o que, associado à solidariedade e capacidade administrativa, poderá implicar a redução drástica dos diferenciais de renda e riqueza, a qual conduzirá a uma redução das disparidades entre grandes e pequenos, ricos e pobres, nessas comunidades.

### 2.2.1 A Sustentabilidade do Cerrado no Triângulo Mineiro.

Em 2004 calculava-se, segundo o WWF, que 80% da biota nativa do Cerrado já havia sido antropizados para serem utilizados na criação extensiva de gado e para agricultura, sobretudo a monocultura da soja nos últimos 35 anos.

> "Até 1997, quase 80%, ou 160 milhões/ha do Cerrado, havia sofrido a ação da presença humana. Deve-se acentuar que estas áreas são submetidas a diferentes níveis de alterações, variando da gestão de queimadas em pastos naturais até o cultivo de pastos e a total conversão para agricultura mecanizada. Calcula-se que 90 milhões/ha destas áreas foram completamente desmatados em 1997. Dos 110 milhões/ha remanescentes, apenas 40 milhões/ha foram considerados como em condições originais de conservação, no final da década de 1990. As unidades de conservação

---

associação e mesmo a contradição de fatores que "circunscrevem" a abrangência, ou mesmo a importância do estudo regional.

> respondem por apenas 1.7% do Cerrado, comparados aos 4.6% da Amazônia". WWF, (2004).

Mediante os constantes aumentos no valor da produção agrícola brasileira, principalmente de grãos, e conhecendo o atual quadro de degradação do Cerrado acarretado pela expansão da agricultura, é preocupante saber que a safra nacional de grãos 2004/2005 foi de 112,4 milhões de toneladas, de acordo com a CONAB. Em 2005/2006, a safra agrícola, no Brasil, foi calculada em 119,9 milhões de toneladas de grãos. Na safra agrícola de 2006/07, cerca de 57% da produção nacional de soja e milho deverá sair de áreas agrícolas localizadas no Cerrado. A conseqüência desse processo tem sido a destruição constante e progressiva do ecossistema Cerrado e quando o problema é situado na escala das pequenas e médias bacias hidrográficas, como é o caso da bacia do Rio Piedade, essa destruição é mais evidente. Outro viés desse procedimento tem contribuído também para a exclusão social dos pequenos produtores, que não possuindo uma concepção de mercado e condições financeiras para se inserir nesse sistema, acabam por se excluir através de subprodução agrícola ou venda de suas propriedades aos produtores mais bem sucedidos na região ou oriundos de outras partes do Brasil e até mesmo do exterior (Figura 15).

**Figura 15** – Exemplo de duas lavouras de abacaxi na bacia do rio Piedade: a 1ª a esquerda utiliza técnicas modernas e a 2ª a direita emprega meios tradicionais de cultivo.

A sustentabilidade do Cerrado no Triângulo Mineiro - MG devem passar por uma conscientização das comunidades envolvidas nos processos de desenvolvimento rural, urbano e industrial pelo qual perpassa esse ecossistema

atualmente, visando esclarecer que muitos são os caminhos para se prevenirem danos ao meio ambiente do Cerrado, em nível local, regional e nacional.

O conhecimento do regime hídrico, vegetal e climático do Cerrado no Triângulo Mineiro, aliado a técnicas conservacionistas, como uso de curvas de nível, terraceamento, plantio direto, uso consciente, moderado e correto dos sistemas de irrigação poderão contribuir, em muito, para que processos de ravinamento, voçorocamento, esgotamento hídrico de canais fluviais e nascentes não sejam um problema para essas áreas que vêm sendo ocupadas de forma progressiva e predatória.

É justamente nessas ingerências que se tenta compreender; como vem-se dando a destruição dos lençóis freáticos nas chapadas[21] do Triângulo Mineiro, através da expansão do trinômio café/milho/soja, em substituição às culturas tradicionais nessa região. Sabe-se hoje que as áreas de nascentes, situadas em regiões de chapadas, vêm sendo drenadas por agricultores inescrupulosos, que descumprem a lei que protege esses ambientes, com o objetivo de ampliar as suas áreas de plantio. Muitas são as nascentes que já deixaram de existir, e todo o lucro obtido por esses agricultores não poderá jamais recuperar essas áreas, que estão sofrendo, durante grande parte do ano, a ação do vento sobre esses solos, os quais são elevados ao ar e acabam por formar as *rainstorms*, tempestades de poeira. Estas tempestades já estão se tornando comuns nessas regiões durante os meses mais secos do ano, como é o caso de agosto, setembro e outubro.

Por outro lado, o período chuvoso, que se inicia no final de outubro e início de novembro, traz fortes massas de ar, quentes e úmidas, para a região do Cerrado do Triângulo Mineiro - MG. As precipitações detectadas nesses períodos, geralmente, iniciam-se com fortes rajadas de ventos e grandes gotas de chuvas que, ao chegarem ao chão, contribuem para desagregar esses solos em algumas áreas onde ele for mais arenoso e compactá-lo nos locais onde houver maior concentração de argila. Quando essas grandes gotas encontram uma camada superficial de solos desnudos, acabam gerando fluxos

---

21 - Chapada: denominação usada no Brasil para as grandes superfícies, por vezes horizontais, a mais de 600 metros de altitude, que aparecem na região central do Brasil. Do ponto de vista geomorfológico a chapada é, na realidade, um planalto sedimentar típico, pois se trata de um acamamento estratificado que, em certos pontos, está nas mesmas cotas da superfície de erosão, talhados em rocha pré-cambrianas (GUERRA, 1980).

concentrados de água para as partes mais baixas do terreno, devido à rápida saturação dos solos que já foram compactados com as grandes gotas das primeiras chuvas. Esses fluxos torrenciais (enxurradas) acabam carreando a camada superficial que foi desagregada pelas grandes gotas de chuvas e levam-na para dentro dos canais fluviais da região.

Outro fator, agravado por essas chuvas, é o carreamento de insumos aplicados no solo. Estes produtos, muitas vezes, contribuíram para a deterioração das águas superficiais e subsuperficiais da região. Dessa forma, a sustentabilidade regional do ecossistema Cerrado encontra-se seriamente ameaçada. Todavia, na apropriação desse ecossistema, com a finalidade de aumentar a produção agropecuária, captar água para abastecimento urbano ou irrigação agrícola, deve haver uma conscientização das comunidades para que exista um controle e manejo dos danos ao meio ambiente do Cerrado em nível local, regional e nacional, seja através de obras (canais artificiais, rodovias, ferrovias, portos, hidrovias, etc.), ou com técnicas mais baratas e mais em conta para as comunidades, visando atingir um nível de sustentabilidade que seja satisfatório para todos.

Durante os períodos de seca, que no Triângulo Mineiro compreendem os meses de maio a outubro, a atividade agrícola fica restrita às áreas irrigadas. Entretanto, a ocupação inicial dessa região pelos cultivos de Eucalipto e Pinus contribuíram para que a ocupação e drenagem de áreas de nascentes fossem intensificadas, através de investimentos estatais e privados, visando aumentar o máximo possível as áreas disponíveis para agricultura e pecuária. Através dessas observações é possível verificar que a agricultura no Triângulo Mineiro não está diretamente associada a um desenvolvimento sustentável local ou regional. Nessa mesorregião a agricultura moderna tem resultado em uma sustentabilidade econômica favorável para uma boa parcela dos produtores rurais. Todavia, a sustentabilidade ambiental e social não tem sido alcançada, tendo em vista que não houve um planejamento visando atingir esses setores do chamado desenvolvimento sustentável.

A contradição entre desempenho ecológico e econômico é de fato um problema relativo aos produtores, que são imediatamente beneficiados com as mudanças promovidas por altos investimentos estatais ou privados, e à sociedade civil, que às vezes não tem acesso a estes benefícios. Sociedade

esta que é diretamente atingida pelas mudanças ecológicas, que afetam ricos e pobres. A única diferença é que os pobres normalmente não se beneficiam diretamente dos dividendos oriundos desses investimentos.

Todavia, não devemos nos esquecer que as comunidades rurais do Triângulo Mineiro estão inseridas em uma economia de mercado e também buscam atingir seus ganhos econômicos. Não podemos esquecer que essa sociedade tem direito de usufruir os recursos estatais com o objetivo de maximizar seus lucros. Entretanto, não é isto que ocorre, pois elas são excluídas desses grandes projetos, não tendo direito a requerer parte desses investimentos para si, em decorrência da burocracia imposta pelos planejadores, que não vêm nessas comunidades a possibilidade de geração de produção e produtividade associadas a altas taxas de lucros e desenvolvimento.

Deixar grande parte da sociedade fora do debate sobre agricultura e desenvolvimento sustentável no Triângulo Mineiro - MG é relegar essas comunidades a um plano de insignificância produtiva perante o Brasil e o resto do mundo, não permitindo a elas participar desse processo desenvolvimentista pelo qual tem passado essa região, nos últimos 40 anos. Pequenas comunidades, em municípios essencialmente rurais, normalmente não possuem uma iniciativa voluntária, visando resolver problemas ecológicos, sociais, econômicos, de infra-estrutura, etc., pois muitas delas acreditam que suas ações são muito limitadas, em função da falta de informações, incentivos e recursos financeiros. Portanto, beneficiar com soluções sustentáveis essas comunidades acaba sendo um bom negócio, pois uma comunidade onde a sustentabilidade de suas ações esteja assegurada será capaz de propiciar uma continua formação de mão-de-obra especializada para atuar na ampliação de uma proposta sustentável a outras comunidades da região na qual elas estão inseridas.

Quando associa-se a sustentabilidade da moderna agricultura no Cerrado do Triângulo Mineiro à agricultura, constata-se a existência de um paradigma onde a agricultura sustentável tem sido apresentada como alternativa que irá resolver problemas criados pelo modelo estatal e privado de apropriação desse ecossistema, problemas de poluição de nosso ambiente e degradação de nossa base de recurso natural. Porém, este novo paradigma parece ser capaz de criar alternativas que o atual modelo de *agribusiness* é

inerentemente incapaz de criar, como maior criatividade individual, dignidade de trabalho e atenção para assuntos de patrimônio líquido social.

Sustentabilidade agrícola é uma meta a ser atingida e não um jogo específico de práticas ou métodos de cultivos. Sustentabilidade, como uma meta, sugere alguns princípios básicos e característicos dos sistemas sustentáveis. Uma agricultura sustentável deve ser ecologicamente sã, economicamente viável e socialmente responsável; todas são necessárias e nenhuma é auto-suficiente. Contudo, a rentabilidade a curto prazo é necessária, mas também não é suficiente para assegurar a sustentabilidade a longo prazo. No modelo sustentável, ambiente e sociedade não devem ser vistos como empecilhos nem como adversários para a rentabilidade, mas devem ser vistos como condições prévias, essenciais à viabilidade econômica a longo prazo. Portanto, o modelo sustentável deve equilibrar preocupações econômicas, ambientais e sociais, orientando-as em um sistema que pode sustentar indefinidamente uma qualidade desejável de vida humana.

O protótipo de agricultura sustentável que se objetiva implementar no Cerrado é consistente com as visões de desenvolvimento sustentável propostas pelo relatório Brundtland, de alavancar o progresso humano. Os sistemas sustentáveis devem ser individualistas, estabelecidos em locais específicos, e dinâmicos. Assim, agricultura sustentável, tanto para o Cerrado quanto para outros ambientes, baseia-se inerentemente em informação, conhecimento e administração intensiva, em lugar de administração extensiva.

A complexidade, interdependência e simultaneidade são elementos fundamentais de um modelo sustentável para se compreender a dinâmica do Cerrado, que deve ser claramente de natureza biológica, em lugar de natureza mecânica. Ecossistemas sustentáveis são inerentemente diversos – biológica, econômica e culturalmente – dentro de operações desenvolvidas visando à eqüidade das comunidades envolvidas. A diversidade do Cerrado permite a implementação de sistemas sustentáveis com base em suas próprias fontes de energia, eliminando assim, pelo menos em parte, os combustíveis.

Outro fato a considerar é que existem parâmetros estabelecidos que permitam avaliar tanto o desenvolvimento econômico como os indicadores

dos impactos sociais, econômicos e ambientais, nas mais diversas áreas onde esta moderna agricultura tem exercido sua influência.

As tendências do Cerrado, nos últimos quarenta anos, são as de que ele se torne, definitivamente, o celeiro do Brasil, no que tange à produção de grãos e carne. Todavia, deve-se lembrar que não são todas as famílias rurais e urbanas que têm acesso às ferramentas biológicas e eletrônicas disponíveis no mercado para melhorar suas vidas. Apesar de os planejadores vislumbrarem objetivos diferentes do que aqueles esperados pelas comunidades envolvidas, os alvos a serem atingidos são os mesmos: renovar, especializar, mecanizar, estocar, industrializar e comercializar seus produtos visando à melhoria de suas vidas. Para esses planejadores, isto é sustentabilidade. Porém, no sentido mais amplo, conforme analisando anteriormente, sustentabilidade não é somente isto; e na bacia do Rio Piedade esta disparidade é visível, quando se observa uma moderna fazenda agrícola ao lado de outra tradicional e sem acesso ao crédito e tecnologia do grande proprietário rural.

A implantação de um sistema sustentável da agricultura, no Cerrado, resultou em uma das agriculturas mais eficientes no mundo, pelo menos em termos dos custos de produção. Essa eficiência possibilitou construir uma economia agrícola sem subsídios, e tão eficiente quanto a agricultura americana e européia, que são extremamente dependentes desses recursos financeiros. Dessa forma, no Cerrado foi desenvolvido um sistema econômico produtivo do qual pode-se orgulhar; todavia, não se pode esquecer de que, segundo o IBGE (1996) apenas 9,6% das pessoas do Brasil são produtores rurais (figura 16).

Os brasileiros gastam, aproximadamente, dez por cento da renda disponível para produzir alimentos para a população. Para se ter uma idéia dessa quantia, faça-se uma comparação entre a renda agrícola e uma nota de um dólar, ou seja, em cada dólar ganho com a agricultura no Brasil, apenas dez centavos desse valor seriam para produzir alimentos, segundo apregoa a bancada ruralista no Senado Federal. Ao mesmo tempo, é importante ressaltar que o produtor rural fica com apenas um centavo daquela mesma moeda de dez centavos, enquanto nove centavos vão para pagar impostos, perda de produção, estocagem, mão-de-obra, *marketing* e empréstimos bancários. Entretanto, os consumidores dessa produção agrícola pagam mais para

empacotar e anunciar esses alimentos do que se paga ao fazendeiro para produzir essa comida. Exemplo disto pode ser visto nos produtores de leite do Triângulo Mineiro, que recebem R$ 0,45 (preço referente a agosto de 2006), por litro de leite produzido, enquanto o preço da embalagem Tetra Pak, que é exigida pelo mercado, para o leite poder ser comercializado, é R$ 0,35.

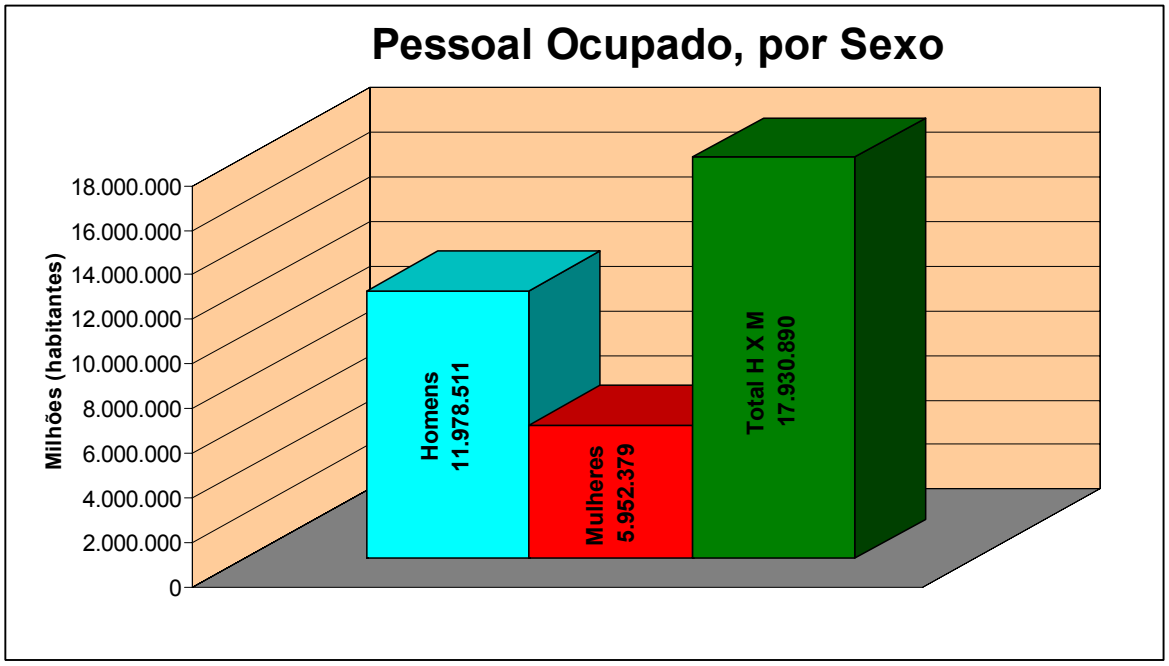


**Figura 16** – Número de Pessoas Ocupadas na Agropecuária por Sexo – 1996
Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 1995/1996.

Se os produtores não aplicassem parte de sua renda na compra de insumos e sementes, por exemplo, a sua sustentabilidade econômica e social estaria assegurada e poder-se-ia manter mais pessoas no campo, para produzir alimentos. Porém, o sistema de agribusiness planejado e implementado no Brasil prefere excluir o pequeno produtor de seus negócios e associar-se à grande propriedade rural brasileira, comum no Cerrado, que produz em grande quantidade para o mercado externo e coloca esse pequeno produtor fora dos lucros e às vezes do próprio setor agrícola brasileiro. Portanto, apesar do que é dito pelo Estado, não existe uma sustentabilidade de fato e de direito na agricultura e na zona rural deste país.

### 2.2.2 Recursos Hídricos, Agricultura e Sustentabilidade no Cerrado do Triângulo Mineiro

Quando se analisa o termo sustentabilidade, em seu contexto regional, em especial quando aplicado aos programas de desenvolvimento implementados no Triângulo Mineiro – MG fica evidente que não houve, em nenhum momento, as preocupações com a preservação dos ecossistemas naturais presentes nos locais onde esses projetos foram incentivados. Atualmente, em decorrência dessas atitudes não preservacionistas, essa região tem passado por problemas de abastecimento de água nas áreas urbanas e também nos sistemas de irrigação inseridos na região do Cerrado do Brasil, onde esses mesmos recursos hídricos são também utilizados para gerar energia hidrelétrica (figura 17).

A partir do momento em que a interferência planejada, estatal ou privada, visando alcançar uma sustentabilidade econômica do sistema de *agribusiness*, não entreverá a possibilidade de surgirem problemas ambientais, sociais e econômicos junto às comunidades do Triângulo Mineiro, a idéia de sustentabilidade não pode, a nosso ver, ser associada a estes empreendimentos.

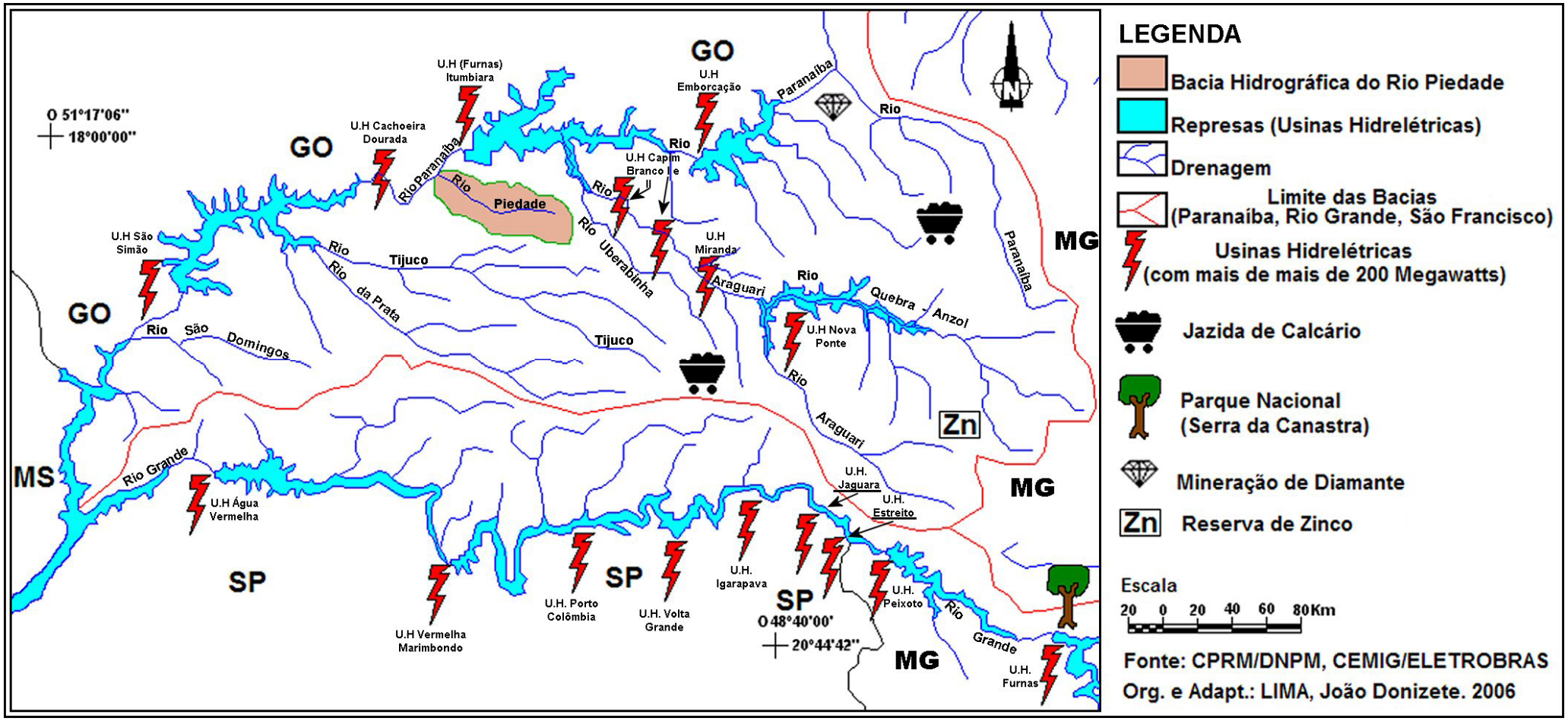


**Figura 17** – Recursos Hídricos e Minerais do Triângulo Mineiro – MG

Exemplo disso tem sido observado em alguns locais, onde a disputa pelos mananciais de água têm gerado conflitos entre produtores rurais, as administrações públicas municipais e as companhias geradoras de energia dessa região, FURNAS e CEMIG[22], que vêem o abastecimento público das áreas urbanas e dos reservatórios comprometidos pelos sistemas de irrigação, que utilizam toda a água disponível para manter as culturas perenes (café, laranja, maracujá, manga, mamão, etc.) e temporárias (batata, milho, feijão, ervilha, etc.) durante o período seco.

Para que a produção agrícola no Triângulo Mineiro seja auto-suficiente e, principalmente, os agricultores tenham como utilizar sustentavelmente suas terras e recursos naturais, eles precisariam ter a segurança de que a produção agrícola ou a criação de animais (pecuária, suinocultura e aves) garantisse a sua manutenção durante a entressafra, (período que vai de abril a outubro). Por outro lado, eles precisam assegurar que a sua renda seja mantida durante todo o ano. Isto é, as colheitas ou a produção de carnes que coincidirem com alta-produção e a conseqüente queda de preço devem ser administradas pelo Governo, cooperativas, sindicatos, ONGs, etc., com o objetivo de evitar uma venda precoce dessa produção e impedir o efeito desta venda precoce, ou seja, a falta de recursos financeiros para esses agricultores, durante esse período.

Olhando por este ângulo, pode-se dizer que a ocupação do Cerrado, na região do Triângulo Mineiro, está aliada a uma falta de planejamento sustentado, à degradação desses ecossistemas e a impactos ambientais que podem romper o equilíbrio desses *habitats*. Para que se entenda como se dá este rompimento, é necessário entender por que o Cerrado deve ser utilizado de maneira racional e sustentável. É necessário compreender que isso tudo faz parte de "(...) um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas" CMMAD: 1988.

---

[22] Centrais Elétricas de Minas Gerais, estatal mineira que controla a produção e fornecimento de energia hidrelétrica no estado. A CEMIG, assim, como as outras estatais estaduais do setor elétrico, "teoricamente" fazem parte de uma holding maior, chamada ELETROBRÁS, a qual, em associação com a CEMIG, é responsável, só no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, por 12 usinas hidrelétricas.

Dessa forma, acredita-se que é necessário verificar o atual quadro de ocupação pelo qual o Cerrado do Triângulo Mineiro e, em especial, da região das chapadas, estão passando. Também é preciso que sejam estabelecidos, na medida do possível, critérios objetivando alcançar uma sustentabilidade regional que possibilite a elaboração de políticas menos impactantes ao meio ambiente do Cerrado, ou que se cumpram as poucas que já existem.

O processo de ocupação do Cerrado, realizado tanto pela secular atividade pecuária quanto, mais recentemente, pela agricultura, tem causado tantos danos a esse ambiente, que em alguns locais é irreversível o processo de degradação. Exemplo disto são áreas de nascentes drenadas visando obter mais áreas para o plantio que são, atualmente, praticamente irrecuperáveis. Entretanto, isso não quer dizer que o processo de ocupação tenha que ser suspenso. Longe disto, o que deve ser feito é apenas direcionar mais estudos, pesquisas e políticas para o Cerrado tentando, dessa forma, impedir que este grande complexo vegetacional e o riquíssimo sistema hídrico a ele associado seja simplesmente substituído por projetos agropecuários, como tem sido feito há mais de um século, e intensificado nos últimos 40 anos.

Portanto, a partir dessas constatações, torna-se necessário viabilizar programas de pesquisa que orientem os estudos da sustentabilidade da Moderna Agricultura no Cerrado do Triângulo Mineiro - MG.

Contudo, o problema de se pensar metas objetivando atingir uma sustentabilidade econômica, ambiental e social para o Brasil, e em especial para região do Cerrado, é muito grave, tendo em vista que políticas condizentes com a realidade do país não têm sido realizadas, simplesmente por que a “entrega” do país ao capital internacional tem sido a maneira encontrada pelo Estado brasileiro para resolver problemas da dívida externa, geração de bens para a exportação e manutenção das baixas taxas de inflação. Diante de tão grande problema, visto que o país precisa cumprir acordos feitos com os credores internacionais, os quais dão as diretrizes que se devem seguir para pagar os compromissos assumidos na aquisição dos empréstimos, dificilmente o país conseguirá manter uma sustentabilidade regional ao nível do Triângulo Mineiro.

Em nenhum momento devemos admitir as disparidades existentes dentro de um país como o Brasil. É claro que o desenvolvimento

sustentável entre todas as regiões do país, sejam elas agrícolas, mineradoras ou de consolidação do território, nos moldes atuais em que se encontram os projetos e programas do Estado e da iniciativa privada, é impossível e inviável, economicamente. Isto não ocorreu nem na ex-URSS. Claro que o objetivo deles não era obter uma sustentabilidade, mas havia uma economia planificada voltada, pelo menos em tese, para um desenvolvimento igualitário de sua população. No Brasil a tese de um desenvolvimento igualitário (sustentabilidade) ainda é, nos dias atuais, um projeto irrealizável. Quando se fala nisso, busca-se discutir o fato de que nem o Estado e nem a sociedade civil organizada está conseguindo fazer algo de concreto, que possa vir a reduzir essas disparidades, simplesmente pelo fato de existir ainda uma burguesia rural/urbano/industrial arcaica e dominante impedindo que uma distribuição de renda ocorra e, em conseqüência, diminuam as desigualdades sociais existentes em todo o país.

Apesar destas colocações parecerem radicais, o questionamento que se faz, na verdade, por que não encontrar soluções que possibilitem direcionar a ocupação desse ecossistema, objetivando reduzir as diferenças sociais, econômicas e ambientais presentes nessas regiões onde os projetos e programas são implementados.

Considerando que ainda é muito limitado o acesso a novas tecnologias desenvolvidas pelas empresas estatais, como a Embrapa, e instituições como as universidades e centros estaduais de pesquisa agropecuária pelos produtores rurais, no Triângulo Mineiro, em decorrência da inexistência de um programa eficiente de difusão tecnológica, esses mesmos produtores rurais não têm disposição, nem aceitabilidade, para mudar as suas práticas cotidianas por novas tecnologias, técnicas estas muitas vezes presentes na família há gerações. Para estas pessoas, mudar aquilo que já vem dando resultados, às vezes satisfatórios, por novas tecnologias que prometem melhorar a forma de ocupação e aumentar a produtividade no Cerrado é, às vezes, um risco, simplesmente pela falta de divulgação destas novas tecnologias junto a esses produtores. Falhas como estas acabam por gerar desconfiança, e também contribuem para que esses agricultores não pretendam se utilizar dessas novas tecnologias agrícolas (sistemas de irrigação por gotejamento, aspersão ou pivôs centrais, plantio direto, controle biológico de pragas, etc.) sem possuir conhecimento suficiente de como funciona esta

tecnologia disponível para o campo, de como ela pode lhe dar de retorno, em quanto tempo ele terá seu investimento de volta e a partir de quando o lucro estará presente em sua atividade pecuária ou agrícola.

Pensar uma sustentabilidade envolvendo a agricultura e o uso da água no Triângulo Mineiro envolve toda essa problemática aqui mencionada, na qual estão inseridos os grandes proprietários de terra dessa região. Contudo, em algumas propriedades, o uso da água para incrementar a produção, durante o período seco dessas regiões, condiciona esses proprietários a construírem represas ao longo dos canais fluviais que cortam ou margeiam suas propriedades, com ou sem a autorização dos órgãos municipais, estaduais e federais de controle do uso da água.

Uma importante consideração trata-se de limitação que muitas comunidades podem ter em relação à disponibilidade de água. Muitos proprietários rurais buscam adquirir benefícios específicos para suas propriedades, tais como correção do solo, terraceamento, construção de curvas de nível e aproveitamento da água para abastecimento doméstico, tratamento dos animais e irrigação. Todavia, não são todas as propriedades que possuem um canal fluvial dentro de suas terras. Dessa forma, uma ação visando estabelecer um acordo coletivo de uso conciliado das águas de uma determinada bacia hidrográfica pode efetivar-se através de uma mobilização, o que poderá garantir um uso eqüitativo dessa água. Porém, este tipo de ação poderá ter maior possibilidade de êxito se houver um comando administrativo do poder público. Por exemplo, o governo pode assegurar que a posse da terra não torna esse proprietário dono – e de fato ele não o é –, do único manancial hídrico da região, determinando que essa água seja de uso comum a todas as propriedades.

Porém, no Triangulo Mineiro, o Governo Federal deu ênfase ao desenvolvimento agropecuário e relegou a um segundo plano os problemas ecológicos que poderiam advir de sua intervenção em um ecossistema praticamente desconhecido, como o do Cerrado. Na tentativa de solucionar os problemas oriundos dessa intervenção estatal, tem-se buscado incentivar práticas de controle de erosão e aumento da quantidade de cobertura vegetal, florestada ou reflorestada. Outra contrapartida tem sido a implementação de medidas de conservação e incentivo ao plantio direto, como forma de controle

da erosão laminar e eólica, melhorando a situação dos campos de cultivos do Cerrado. Outra tarefa importante a ser desenvolvida objetivando a conservação do solo e da água é proteger os recursos hídricos e reduzir as calamidades naturais, como deslizamentos de terra, erosão laminar e inundações, que acabam atingindo os centros urbanos a jusante desses empreendimentos. Se estes preceitos forem seguidos, as oportunidades para o futuro surgirão naturalmente dos sucessos e fracassos do passado. Em primeiro lugar, porque o resultado desse sucesso permite que novos projetos e programas possam ser pensados para uma contínua ocupação de ambientes como o Cerrado. Em segundo porque os mercados mais seguros do presente e do futuro estão baseados em relações pessoais. Produtores que desenvolvem relações pessoais com seus clientes e com a natureza não precisam ver outros produtores como seus competidores, porque os seus parceiros comerciais e o mercado irão preferir produtos que respeitam a natureza e não os que agridem.

Contudo, visando a um aprimoramento da sustentabilidade regional para o Triângulo Mineiro, o incentivo para que haja uma colaboração entre os produtores, em lugar de competição, poderá culminar em uma eqüidade para ambos. Isto porque a implantação, recuperação ou revitalização de reservas ecológicas ou mananciais hídricos poderá se tornar uma atividade mais barata, tendo em vista que haverá uma distribuição dos custos entre todos os proprietários envolvidos nesse processo.

# CAPITULO III

## MATERIAL, PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS

# 3 METODOLOGIA: Materiais, Procedimentos e Técnicas.

Ao contrário do que ocorre em outras ciências, a pesquisa em Geografia Física exige do pesquisador maior rigidez em seus métodos e objetividade em suas análises, ou seja, não é permitido obter resultados próximos aos esperados. No inicio da pesquisa às vezes a hipótese inicial não se efetiva ao longo da realização do trabalho. Os passos metodológicos percorridos: a coleta, a análise, interpretação e a discussão dos dados; e, por fim, a análise dos resultados, sempre com vistas a compreender as Mudanças Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG) foram minuciosamente seguidos.

## 3.1 Material Utilizado

Á nível regional (conjunto dos municípios) o uso da terra foi estudado através da análise de cartas topográficas (tabela 5) e imagem de satélites (tabela 6). O uso do solo foi realizado mediante uma análise mais aprofundada dos dados de produção agrícola municipal, dos censos agropecuários do IBGE e de dados da EMATER – MG para os anos de 1973, 1985, 1995 e 2005.

**Tabela 5 –** Documentação Cartográfica que foram utilizadas na pesquisa.

| DESCRIÇÃO | ANO | LOCALIZAÇÃO | ESCALA |
|---|---|---|---|
| Carta Topográfica | 1972 | Ituiutaba | 1:100.000 |
| Carta Topográfica | 1972 | Itumbiara | 1:100.000 |
| Carta Topográfica | 1972 | Corumbaíba | 1:100.000 |
| Carta Topográfica | 1972 | Uberlândia | 1:100.000 |
| Carta Topográfica | 1979 | Uberlândia | 1:250.000 |
| Folhas SD22 Projeto RADAMBRASIL | 1981 | Folha Goiânia | 1:1.000.000 |
| Mapa de Cobertura Vegetal do Brasil de 1993 do IBAMA | 1983 | Brasil | 1:5000.000 |
| Mapa de Reconhecimento de Solos do Estado de Minas Gerais | 1980 | Minas Gerais | 1:500.000 |

A produção de uma base cartográfica confiável depende da documentação disponível. Em nosso caso, as cartas topográficas disponíveis possibilitaram gerar um mapa base, contendo drenagem, limite da bacia e

rodovias que posteriormente foram atualizadas através das imagens de satélite. Contudo, as cartas topográficas referenciadas acima, foram produzidas em anos, órgãos e com técnicas metodológicas diferentes. Exemplo disso, são as cartas produzidas pelo IBGE na escala de 1:100.000, que possui as curvas de níveis com eqüidistâncias de 50 metros. Por sua vez as cartas confeccionadas pelo DSG (Diretória do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro) possuem as curvas de níveis com eqüidistâncias de 40 metros, figura 18. Está, diferença na eqüidistância das curvas de níveis nos obrigou a utilizar a carta topográfica Uberlândia na escala de 1:250.000 para produzir uma outra base contendo a drenagem, limite da bacia e as curvas de níveis no intuito de gerar o mapa clinográfico (declividade) da Bacia do Rio Piedade.

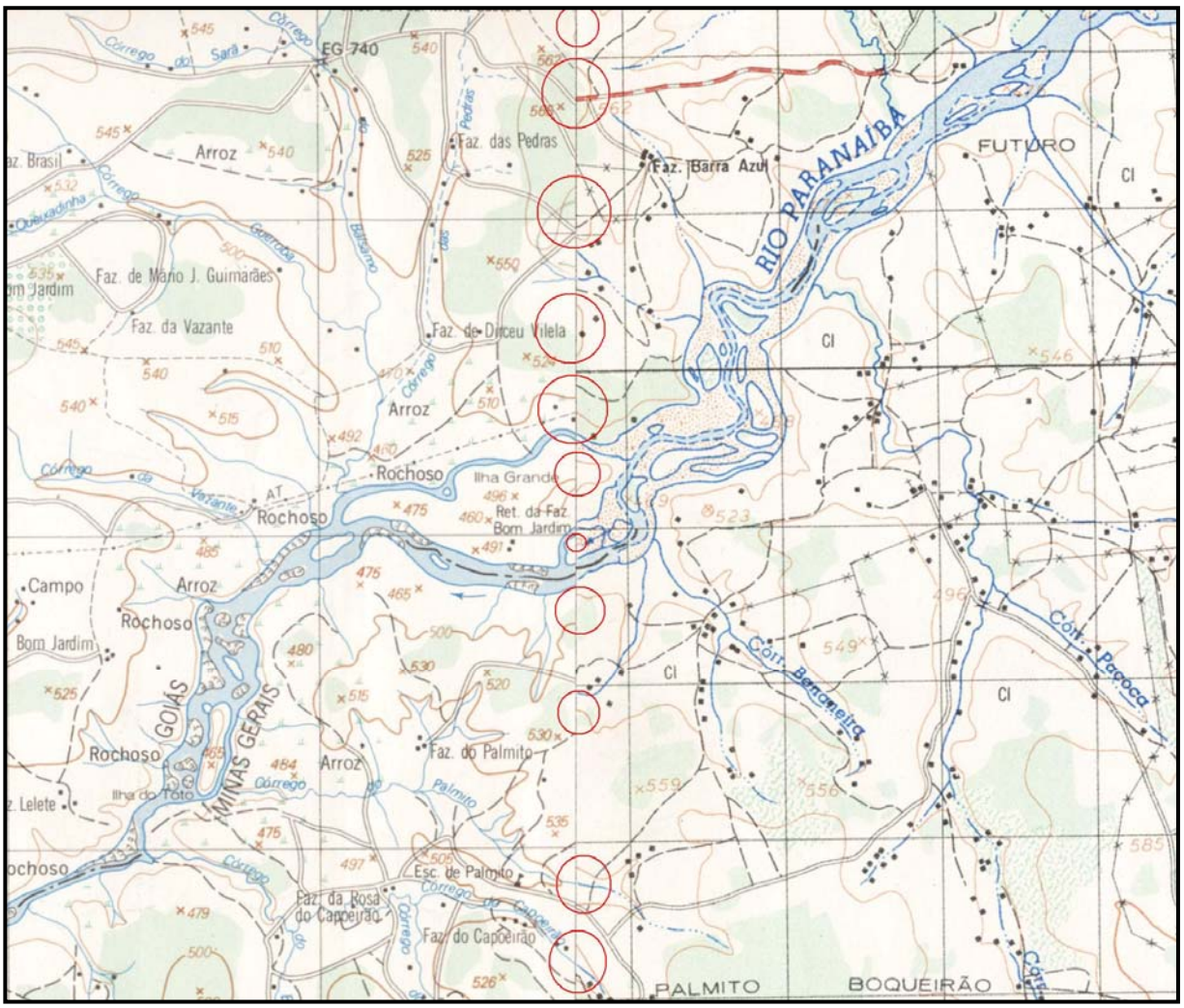


**Figura 18** – Partes das Cartas Topográficas Itumbiara (SE-22-Z-B-I do IBGE) e Corumbaíba (SE-22-Z-B-II do DSG – Ministério do Exército) na escala de 1:100.000. Observe a descontinuidade das curvas de níveis, sinalizadas pelos círculos vermelhos.

A utilização das informações produzidas pelo projeto RADAMBRASIL, se deram mediante o uso das folhas referentes aos levantamentos geológicos e geomorfológicos para identificar quais as componentes dessas duas áreas da geografia física estavam compreendidas na Bacia do Rio Piedade.

O Mapa de Reconhecimento de Solos do Estado de Minas Gerais de 1980 serviu como base para que pudéssemos produzir um mapa de solo que posteriormente foi atualizado para as novas normas técnicas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos de 2005.

O processamento dos dados, conversão de meio analógico para o digital, foi realizado num microcomputador Pentium, 2.4 GHz, HD 40 Gb, 512 Mb de memória RAM, com saída para impressora jato de tinta HP Deskjet 3550, sendo a entrada de dados realizada via mesa digitalizadora SUMMAGRAPHICS SUMMAGRID IV, tamanho A0 e de um Scanner (ColorPage Vivid 4XE). Os softwares utilizados para a digitalização dos mapas analógicos foi o SPRING (**S**istema de **Pr**ocessamento de **In**formações **G**eoreferenciadas) versão 4.3.2 e o AutoCAD 2004. Na fase de finalização dos mapas foram utilizados os softwares Corel Paint Shop Pro X e o CorelDRAW 10. A edição e manipulação de textos e gráficos foram realizadas Microsoft Office Word 2003.

As análises das imagens TM/LANDSAT basearam-se na técnica de identificação dos objetos a partir da análise de certos elementos da imagem, também conhecidos como elementos de análise de imagens, que são: tonalidade, cor, tamanho, forma, textura, padrão, altura, sombreamento, localização e contexto.

Como este trabalho pretendia analisar as mudanças ambientais na bacia hidrográfica do Rio Piedade, optamos por utilizar imagens do satélite LANDSAT da Nasa (National Aeronautics and Space Administration) em seus MSS (Multi Spectral Scanner) e TM (Thematic Mapper). O satélite LANDSAT apresenta a característica de repetitividade, isto é, observa a mesma área a cada 16 dias, desde 1972. Contudo, está repetitividade, para a área de estudo, sem cobertura de nuvens, somente está disponível a partir de 1973. Dessa forma utilizamos um período que compreende de 1973 a 2006 o perfaz um total de 33 anos. Dispúnhamos das imagens MSS de 1975 e 1978 como forma de garantir que as informações mapeadas na imagem de 1973 não apresentassem

uma discrepância muito grande no que tange a cobertura vegetal natural em períodos muito curtos.

Para a interpretação da imagem de 2006 não tivemos a mesma preocupação que tivemos para o período que abrange a década de 1970, por ter sido possível obter a informação em laboratório e leva - lá ao campo para conferir a sua veracidade.

**Tabela 6** – Imagem de Satélite utilizada na elaboração do mapa de uso da terra.

| DESCRIÇÃO | DIA | MÊS | ANO | ÓRBITA - PONTO | ESCALA | BANDAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Imagem MSS\LANDSAT 1 – digital | 14 | 07 | 1973 | 237-073 | Quadrante inteiro | 4, 5, 6 e 7 |
| Imagem MSS\LANDSAT 1 – digital | 14 | 09 | 1975 | 237-073 | Quadrante inteiro | 4, 5, 6 e 7 |
| Imagem MSS\LANDSAT 1 – digital | 21 | 07 | 1978 | 237-073 | Quadrante inteiro | 4, 5, 6 e 7 |
| Imagem TM\LANDSAT 5 – digital | 21 | 04 | 2006 | 221-073 | Quadrante inteiro | TODAS |

## 3.2 Procedimentos e Técnicas

Neste trabalho, as imagens de satélite foram trabalhadas de forma a fornecer as mais diversas combinações de bandas possíveis. Esta opção se deu com o intento de alcançar os diferentes objetivos propostos, dentre eles o de “Avaliar o processo de ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade identificando as áreas ocupadas com o uso antrópico e com vegetação natural para os últimos 33 anos (1973 e 2006)”. A manipulação das imagens de satélite foi realizada no SPRING 4.3.2. Para a imagem do LANDSAT 1 em seu sensor MSS de 1973 a combinação de canais ideal foi a composta pelas bandas 4B, 5R e 6G que realçam melhor a vegetação natural como também os corpos de água. No sensor TM do LANDSAT 5 as bandas 3B, 4G e 5R, por exemplo, foram selecionadas, pois, possibilitaram uma visão melhor do relevo e da drenagem da área de estudo. Contudo, a interpretação dessa imagem se deu mediante a combinação das bandas 1B 4G e 7R, do sensor TM, as quais nos auxiliaram na identificação das vegetações típicas de Cerrado, pois as mesmas são realçadas nesse tipo de combinação.

Quando trabalhamos com imagens de satélite, seja em formato digital ou analógico, é necessário um bom conhecimento da área além da

criação de uma chave de interpretação que possibilite identificar as mais diferentes categorias a serem mapeadas. A chave de interpretação foi feita primeiramente em uma área reduzida, porém representativa da imagem, onde todos os padrões de cores, tons, formas e textura estão presentes, figura 19.

| Chave de Interpretação para a imagem MSS LANDSAT 1 - 237/073 de 14/07/1973 bandas 4B 5R e 7G | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CLASSE | COR | TONALIDADE | | TEXTURA | FORMA |
| Água | Azul | Róseo Médio | | liso | irregular |
| Cerrado (sensu stricto) | Verde | Escuro Médio | | rugosa | irregular |
| Cultura Anual | Verde | Claro azulado | | liso | geométrico |
| Florestamento (Pinus/Eucalipto/Seringueira) | Verde | Claro Médio | | liso | geométrico |
| Mata/Cerradão/Mata de Galeria | Verde | Escuro | | rugosa | irregular |
| Pastagem | Marrom | Claro | | rugoso | irregular/geométrica |
| Queimadas | Roxo | Escuro a Preto | | liso | irregular |
| Solo Exposto (terra arada, lavoura recém plantada ou colhida) | Marrom | Claro Médio | | liso | geométrico |
| Chave de Interpretação para a imagem TM LANDSAT 5 - 221/073 de 21/04/2006 bandas 3B 4G 7R | | | | | |
| CLASSE | COR | TONALIDADE | | TEXTURA | FORMA |
| Água | Azul | Escuro | | Liso | Irregular |
| Cerrado (sensu stricto) | Verde | Escuro Médio | | Rugosa | Irregular |
| Cultura Anual | Verde | Claro | | Lisa | Geométrico |
| Florestamento (Pinus/Eucalipto/Seringueira) | Verde | Claro Médio | | Lisa | Geométrico |
| Mata/Cerradão/Mata de Galeria | Verde | Escuro | | Rugosa | Irregular |
| Pastagem | Rosa | Acizentado | | Lisa | Irregular/Geométrico |
| Queimadas | Marrom | Escuro a Preto | | Rugosa | Irregular |
| Solo Exposto (terra arada, lavoura recém plantada ou colhida) | Roxo | Azulado | | Lisa | Geométrico |

**Figura 19** – Chave de Interpretação para as Imagens MSS e TM LANDSAT 1 e 5 utilizada para a elaboração dos mapas de uso da terra de 1973 e 2006.

Deve-se ressaltar que uma chave de interpretação só tem validade para os dados contemporâneos a imagem que esta sendo interpretada. Após esse passo, o mapa teste elaborado, deve, obrigatoriamente, que ser levado a campo para verificar se o que foi mapeado em laboratório condiz com a realidade do terreno. Quando detectávamos erros, os mesmos eram corrigidos. Após a concretização da chave de interpretação foi dado prosseguimento a interpretação, que resultou nos mapas de uso da terra de 1973 e 2006.

Vale ressaltar que os mapas oriundos de imagens de datas pretéritas, 1973, por exemplo, também foram levados ao campo para verificar se as vegetações naturais, principalmente, as localizadas em áreas de encostas e margens de canais fluviais ainda se mantinham nos locais onde foram identificadas.

Apesar de termos trabalhado com sensores diferentes realizamos combinações de bandas que permitiram as categorias mapeadas apresentarem pouca divergência em relação uma imagem e outra. Contudo, as chaves de interpretações acabaram por ficar um pouco diferente tendo em vista que se trabalhava com imagens de satélites, sensores, datas, órbitas e combinações de bandas diferentes. Em cada combinação de banda as cores e os tons, principalmente, aparecem diferentes. Mesmo em uma mesma combinação de banda, mas com datas diferentes, os padrões de cor e tonalidade também podem aparecer diferentes, ora mais claros ora mais escuros.

Para a interpretação de imagens de satélite comparou-se os padrões da chave de interpretação com os da imagem. Após o mapa pronto novamente o levamos ao campo para averiguação. Feito isto partiu-se para a etapa de digitalizar os dados analógicos e transforma-los em dados vetoriais que depois de registrados (fornecer um rótulo) no computador puderam ser rasterizados e a partir daí obter calculo de áreas e realizar as interfaces que achamos necessárias.

A opção pelo período de 1973 a 2006 foi suficiente para compreendermos, através do uso das imagens, os processos anteriores e posteriores a entrada dos agentes estatais e privados na ocupação dessas áreas a partir da década de 1970. As imagens adquiridas foram selecionadas para as datas porque compreendiam um período sem chuvas (meses de maio a outubro). Quando se trabalha com imagens de satélite está opção é a mais indicada tendo em vista que nesse período a cobertura por nuvens é praticamente zero, o que não compromete a qualidade e muito menos a interpretação das imagens.

Conforme já mencionamos, todo o material cartográfico foi convertido para meio digital através de uma mesa digitalizadora. Esta técnica possibilita realizar os mais diversos tipos de cruzamentos entre as informações geológicas, geomorfológicos, pedológicas, declividade e cobertura vegetal mediante o uso do software SPRING ou de qualquer outro SIG. Contudo, por termos obtido esse material cartográfico em escalas e projeções diferentes não foi possível realizar este tipo de cruzamento. Até mesmo os mapas resultantes da interpretação das imagens de satélite não puderam ser cruzados pelo fato do

sensor remoto usado para obter as mesmas é diferente como também é o tamanho dos pixels em cada imagem. Enquanto no sensor do satélite MSS/LANDSAT estes pixels possuem uma resolução de 79 X 79 o sensor TM apresenta uma resolução espectral de 30 X 30 metros, o que inviabiliza o cruzamento das informações obtidas para estes dois períodos distintos. Está resolução em pixel significa que na imagem obtida através do sensor MSS a menor área que poderia ser mapeada não poderia ser inferior a 12482 m² enquanto que na imagem TM essa área é de 3600 m².

Todavia o processo de georreferenciamento dos mapas geológicos, geomorfológicos, pedológicos, clinográfico, drenagem, limite da bacia e rodovias foram realizados com sucesso no SPRING. Todas as diferentes camadas de mapas (layers ou PI – Planos de Informação) foram agrupados em um banco de dados para que fosse possível analisar a situação pretérita e atual da Bacia hidrográfica do Rio Piedade.

Posteriormente, a geração dos mapas em laboratório tornou-se necessário leva-los à campo para verificar se os dados obtidos, em laboratório, coincidiam com a verdade *in loco*. Essa verificação e de suma importância, pois foi ela que nos mostrou que algumas áreas mapeadas como cultura anual (arroz, feijão, milho, soja, dentre outras), na verdade eram pastagens cultivadas ou com fins de pastejo ou para produção de sementes. Algumas áreas, que também foram identificadas como corpos de água consistiam na verdade como queimadas em áreas úmidas (Veredas, Campos Hidromórficos).

Outra técnica utilizada foi à coleta de água para análise em laboratório. Essas coletas tiveram a função de tentar identificar resíduos químicos oriundos de defensivos agrícolas e da produção de açúcar e álcool, este último gera, na sua produção, uma substância conhecida como vinhoto ou vinhaça que apresenta de 93 a 96% de água, de 2 a 7% de matéria orgânica e de 2 a 3% de constituintes minerais. A preocupação com o vinhoto deriva de sua elevada acidez, alta temperatura, alto índice de demanda bioquímica de oxigênio (a DBO de um 1 litro de vinhoto é 100 vezes superior à de igual volume de esgoto doméstico) e elevada relação vinhoto gerado/álcool produzido. Ou seja, para cada litro de álcool produzido é gerado aproximadamente 13 litros de vinhoto. Este material em contato com a água dos canais fluviais consome oxigênio, e se o oxigênio acaba, há morte da vida aquática, e para recuperar um

ambiente degradado por este tipo de contaminação são necessários vários anos de trabalho e investimentos.

### 3.3 Levantamento Bibliográfico

Para compreender as "Mudanças Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG)" associado à moderna agricultura e a sua relação com a compartimentação da paisagem e a dinâmica hidrológica, fez necessário realizar uma compartimentação do relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade. No sentido de compartimentar a paisagem de forma a auxiliar na melhor compreensão dos problemas encontrados na bacia do Rio Piedade optou-se por utilizar a metodologia proposta por Ab'Saber (1969) e adaptada por Ribeiro (1989 e 2001). Nesse método de análise os aspectos sociais e históricos são analisados de forma profunda visando compreender de que forma a paisagem se compõe, pois "[...] A paisagem representa a aparência da síntese concreta das relações entre a sociedade e a natureza, em sua estrutura e em sua dinâmica, materializada em sua espacialidade" (RIBEIRO, 2001:1).

Á estratégia operacional para a realização da compartimentação da paisagem perpassa pelas propostas de Ab'Saber (1969), no sentido de abarcar melhor os três níveis de abordagem sugeridos, segundo o qual é possível, através de uma interpretação geomorfológica, compreender a compartimentação da paisagem, que busca em:

Um primeiro nível de considerações, (...) o entendimento da compartimentação da topografia regional, assim como, da caracterização e descrição, tão exatas quanto possíveis, das formas de relevo de cada um dos compartimentos estudados;

No segundo nível (...) procura obter informações sistemáticas sobre a estrutura superficial das paisagens, referentes a todos os comprimentos e formas de relevos observados. Através desses estudos, por assim dizer estruturais superficiais, até certo ponto estáticos, obtém-se idéias da cronogeomorfologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a seqüência dos processos paleoclimáticos e morfoclimáticos quaternários da área em estudo. Dessa forma, observações geológicas dos depósitos, e observações geomorfológicas das feições antigas (superfícies aplainadas, relevos residuais) e recentes do relevo (formas de vertentes, pedimentos, terraços, dentre outros.) conduzem à visualização de uma plausível cinemática recente da paisagem;

No terceiro nível, busca-se entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais, em sua plena atuação, ou seja, procura-se compreender a fisiologia da paisagem, através da dinâmica climática e de observações mais demoradas e sob o controle de equipamentos de precisão. Nesse caso ao invés de estudar os resultados cumulativos dos eventos quaternários inclusos no aspecto superficial da paisagem, pretende-se observar a funcionalidade atual e global dessa mesma paisagem (dinâmica climática e hidrodinâmica). Formas de relevo, solo e subsolo estão sujeitos a atuação conjunta dos fatos climáticos em sua sucessão efetiva da área considerada. (...) a fisiologia da paisagem apoiada, pelo menos, nos seguintes conhecimentos: a sucessão habitual do tempo, atuação dos fatos climáticos não habituais, a ocorrência de processos espasmódicos, a hidrodinâmica global da área, e, ainda, levando em conta os processos biogênicos, químicos, inter-relacionados. (...) variações sutis da fisiologia podem ser determinadas por ações antrópicas predatórias as quais, na maioria dos casos, são irreversíveis em relação ao "metabolismo" primário do meio natural. Na verdade, a intervenção humana nos solos responde por complexas e sutis variações na fisiologia de determinada paisagem, imitando, até certo ponto, os acontecimentos de maior intensidade e extensividade relacionados às variações climáticas quaternárias.

Ribeiro (2001) aprofunda essa discussão, fazendo uma análise que busca entender os processos físicos, biológicos e antrópicos na estruturação das paisagens e na harmonização da sua dinâmica. Esse aprofundamento permitiu relacionar as Mudanças Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG) associado à moderna agricultura com a compartimentação da paisagem. Tendo em vista que ao complementar o raciocínio de Ab'Saber (1969), Ribeiro (2001:3-5) faz menção a cinco níveis de abordagem para o estudo das paisagens, sendo eles demonstrados a seguir:

1º Nível – "Análise da estrutura horizontal das paisagens": assim como Ab'Saber, o autor utiliza-se da diferenciação topográfica como o fator mais importante para se começar a entender a compartimentação da paisagem, seguido da diferenciação do uso do solo, que dará uma definição mais precisa para visualizar os limites dos diversos tipos de paisagens;

2º nível – "Análise da estrutura vertical das paisagens": esta etapa consiste em analisar os componentes originais formadores das paisagens, como a litologia (rochas aflorantes e subjacentes), os solos, as formações vegetais e as construções humanas. Dessa forma, tenta-se reconstruir a história de formação de cada paisagem,

tendo-se, então, condições para uma análise da sua dinâmica, o que é tratado no terceiro nível;

3º nível – "A dinâmica da paisagem": neste nível busca-se o entendimento da relação entre os componentes naturais e social que compõem a paisagem e que são os responsáveis pela evolução atual de cada paisagem. A utilização de implementos tecnológicos no aprimoramento da produção agrícola é um dos fatores mais importantes para a dinâmica atual das paisagens, uma vez que eles interferem de maneira substancial nos processos hidrológicos que as moldam;

4º nível – "A taxonomia das paisagens": este nível tem como objetivo chegar à classificação dos diferentes tipos de paisagem com base nas observações dos outros níveis propostos. Conclusões sobre os possíveis caminhos que cada paisagem pode tomar, na sua dinâmica evolutiva, também são analisadas neste ponto, fortalecendo uma análise sobre a possibilidade de novas formas de abordagem do homem para com a natureza e a implementação de novas tecnologias que agridam menos a paisagem natural;

5º nível – "Sugere a tomada de decisão": atualmente, o pesquisador ou cientista vem assumindo um importante papel na tomada de decisões, principalmente no ambiente rural, uma vez que a antiga visão de um problema real, tanto na área urbana quanto na área rural, ter a funcionalidade apenas como um ótimo objeto de estudo para se teorizar sobre ele, está sendo desfeita gradativamente. Os pesquisadores interagem de forma muito mais dinâmica com as sociedades em que concentram os seus estudos, trazendo para essas comunidades os conjuntos de dados e informações decorrentes de sua pesquisa e a conseqüente possibilidade de auxiliar na tomada de decisões para uma melhoria geral da comunidade.

Os níveis 3, 4 e 5 da abordagem para o estudo das paisagens propostas por Ribeiro, foram fundamentais no desenvolvimento dos itens 4, 5 e 6 dos nossos objetivos específicos.

Através de uma boa noção da área de estudo associada ao conhecimento do Uso da Terra do Triângulo Mineiro, realizado por Lima (1992), foi possível entender como vem ocorrendo o processo de ocupação dessa região ao longo do tempo. Contudo, somente os mapas existentes não são capazes de fornecer todas as informações necessárias. Por outro lado, não poderíamos deixar de tentar compreender o processo que eventualmente promoveu as mudanças ambientais na bacia do rio Piedade, nas últimas três décadas e meia. Entender de que maneira ocorreram essas eventuais mudanças depende, também, da compreensão da modernização agropecuária e

agrícola, em especial, nas áreas de Cerrado dessa bacia hidrográfica, e quais têm sido as conseqüências para o meio ambiente.

Devido ao incipiente valor da produção agropecuária antes de 1980, na região do Triângulo Mineiro, exceção à Cana-de-Açúcar e Abacaxi, considerou-se apenas os dados referentes aos anos de 1973 a 2006 como forma de se verificar o aumento de produção, área plantada e produtividade. Através desses dados foi possível verificar a existência de uma ocupação e impactos significativos na região. Essa verificação, feita através de informações como redução de áreas de vegetação natural, crescimento de áreas agrícolas e pastagens plantadas, construção de represas, rodovias, estradas de ferro, aumento da área urbana dos municípios que compõem a região de estudo, foram essenciais para confirmar parte dos dados obtidos em campo e laboratório.

O levantamento dos dados de produção agrícola, área plantada e produtividade de culturas como o Arroz, Café, Feijão, Milho, Soja, Cana-de-Açúcar e Reservas de Cerrado são fundamentais para detectar o avanço da agricultura sobre esses ambientes. Todavia, as informações estatísticas disponíveis nos Censos Agropecuários e Anuário de Produção Agrícola Municipal do IBGE (1980, 1985, 1990 e 1995) tiveram que ser complementados pelos da EMATER – MG (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) de 2000 e 2005. Os Técnicos da EMATER – MG, normalmente fazem esses levantamentos por regiões dentro dos municípios. Dessa forma, os dados obtidos em campo e laboratório puderam ser confrontados com as informações estatísticas, o que reafirmam a veracidade na época em que o evento agrícola estava ocorrendo.

A busca dessa compreensão tem de considerar que, em todos os continentes, os recursos hídricos superficiais e subterrâneos deterioram-se rapidamente devido às múltiplas atividades humanas que se desenvolvem com grande intensidade nas bacias hidrográficas do planeta. Tanto a quantidade de água como a qualidade, está sendo alterada. Lagos, rios, reservatórios, áreas alagadas são fontes permanentes de água para às “necessidades humanas”, para a produção de alimentos e/ou para as atividades industriais.

A busca dos dados que nos permitiram identificar as possíveis contaminações nos canais fluviais da bacia do Rio Piedade, foi feita de maneira

através da análise de DBO e DQO da água. Sabendo que a contaminação da água pode ser definida como a adição de substâncias estranhas que deterioram sua qualidade. A qualidade da água, portanto, se referem a sua aptidão para usos benéficos, como abastecimento, irrigação, recreação dentre outros. Um contaminante pode ser de origem inorgânica, como o chumbo ou mercúrio, ou orgânico, como coliformes provenientes de esgotos domésticos ou resíduos industriais.

Outro importante elemento, em se tratando de análise química da água, é a verificação da quantidade de $O_2$ (oxigênio) dissolvido na água, que é uma variável extremamente importante, haja vista que a maioria dos organismos necessita deste elemento para a respiração. A quantidade de oxigênio dissolvido depende da temperatura da água e da pressão atmosférica. Quanto maior a pressão, maior a dissolução, e quanto maior a temperatura, menor a dissolução desse gás.

Naturalmente existem duas fontes de oxigênio para os sistemas aquáticos: o primeiro é a atmosfera, e o segundo é a fotossíntese que é a síntese de substâncias orgânicas mediante a fixação do gás carbônico do ar através da ação da radiação solar. A clorofila tem participação fundamental nesse processo, realizado pelos seres vivos. Por isso, a medida de oxigênio é muito importante para se determinar o estado de saúde do sistema. Quando se têm pouco oxigênio, é provável que haja algum problema no sistema, como por exemplo, o despejo de esgotos ou retirada de areia do fundo dos canais fluviais. Essa retirada de areia levanta o material depositado no fundo (sedimento), promovendo o aumento da decomposição e conseqüente diminuição do oxigênio pela demanda microbiana.

Do ponto de vista biogeográfico, a qualidade de água têm uma conotação um pouco diferente. A qualidade de água de um ecossistema aquático natural pode ser muito diversa; certos ecossistemas, apesar de possuírem concentrações elevadas de sais, pHs ácidos ou baixa concentração de oxigênio dissolvido, podem ter comunidades de seres vivos estáveis e adaptadas a viver nestes meios. Nesses casos, a qualidade da água depende fundamentalmente dos aportes naturais, dados pela chuva e pelas condições naturais de geologia e solos da bacia de drenagem. Estudos realizados por Margalef (1994) apud Bueno et al (2005:743) “ressalta que os vários processos

que controlam a qualidade de água de um rio, fazem parte de um complexo equilíbrio, motivo pelo qual qualquer alteração na bacia hidrográfica pode acarretar alterações significativas, sendo as características físicas e químicas da água de um rio indicadores da "saúde" do ecossistema terrestre, que podem ser utilizadas para o controle e o monitoramento das atividades desenvolvidas em uma bacia hidrográfica. Para Lima (2001), “(...) a qualidade da água não se traduz apenas pelas suas características físicas e químicas, mas pela qualidade de todo o recurso hídrico que envolve a saúde e o funcionamento equilibrado do ecossistema, incluindo aí as plantas, a comunidade aquática e seus habitantes”.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade as principais fontes de contaminação aquática são as granjas (avínos e suínos), usinas de açúcar e álcool, atividades agrícolas, a agricultura, despejos domésticos e eventualmente resíduos de cargas perigosas, conforme estabelece a Resolução 420/04 alterada pela Resolução 1644/06 sobre cargas perigosas da ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Essas resoluções consideram carga perigosa, de forma geral, qualquer tipo de carga sendo transportada de forma inadequada, mal acondicionada, estivada e etc. ressalta ainda que Veículos de múltiplos compartimentos, transportando concomitantemente mais de um dos seguintes produtos: álcool motor, óleo diesel, gasolina ou querosene, a granel; além do rótulo de risco referente à classe, podem portar somente painel de segurança correspondente ao produto de maior risco. Apesar dessas resoluções, os dejetos oriundos de veículos automotores envolvidos em acidentes nas rodovias que cortam ou delimitam essa bacia, vão continuar poluindo o rio Piedade, conforme podemos observar *in loco* durante uma coleta de água.

A decomposição natural da matéria orgânica, acumulada em excesso, causa mudanças drásticas na concentração de oxigênio e nos valores de pH, que podem ser, às vezes, mortais para os peixes.

Várias são as classes de substâncias que podem chegar a contaminar a água. Algumas podem causar turbidez na água (diminuição da transparência), outras aumentar a salinidade ou a temperatura. Como exemplo, podemos citar:

Sólidos em suspensão - provêm da erosão dos solos, atividades de mineração, agrícolas ou industriais. Estas substâncias diminuem a

transparência da água e consequentemente a atividade fotossintética, pode causar danos às guelras e brânquias dos organismos aquáticos e perturbar os locais de desova e refúgio destes.

Substâncias tóxicas - os problemas mais grave são das substâncias resistentes à decomposição microbiana, cujo poder acumulativo na água e nos organismos põem em perigo a estabilidade dos ecossistemas aquáticos, da vida animal e do homem. Dentre estes estão os metais pesados, extremamente tóxicos.

Detergentes - os detergentes, devido a sua composição química, têm a propriedade de limpar com maior rapidez e de ser mais eficiente em águas com alto conteúdo de Ca++ e Mg++ , ultrapassando, em muito, o sabão. Os detergentes baixam a tensão superficial da água, exercendo um efeito desoxigenador no corpo d'água, pois reduz a superfície de contato entre a água e o ar. Contribui também para a eutrofização, devido ao conteúdo de fósforo incorporados à sua molécula, o qual após a degradação passa a estar disponível para a comunidade.

Sais - os sais são o produto da neutralização de um ácido e uma base. Um aumento dos sais nos ecossistemas aquáticos traz, como conseqüência, problemas de osmoregulação dos organismos, podendo chegar a eliminar os não adaptados.

Neste trabalho, a detecção de agentes associados as “Mudanças Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG)” não foi difícil, porém estabelecer uma relação espaço temporal em que essas modificações ocorrem nos obrigou a remontar à época de criação dos municípios nos quais a microbacia está inserida, conforme pode ser observado no capitulo 5 desse trabalho.

O processo utilizado nas coletas de água envolveu a ida ao campo diversas vezes, desde novembro de 2003, período em que se iniciou as coletas de $H_2O$, visando identificar se existia agentes contaminantes nas amostras coletadas. Centramos a análise da água em:

Análise de demanda química de oxigênio – DQO e

Análise de demanda bioquímica de oxigênio a 20°C, 5 dias – DBO.

Essa opção nos permitiu verificar a necessidade de análises mais especificas da água e se os índices de DQO mg/L e DBO mg/L apresentavam divergências muito grandes, conforme estabelece as normas NBR 10357/88, NBR 126144/92 e a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e a Portaria Nº 36 de 19/01/1990 do . Caso alguma amostra apresentasse desconformidade entre o valor máximo e mínimo aceitável para estes parâmetros, partir-mos-ia para uma análise mais minuciosa

daquela amostra e do local e entorno, para tentar identificar a razão do problema. Essa opção tornou-se necessária em decorrência do valor elevado que custa à análise de cada amostra. O método que optamos por utilizar, caso fosse identificado alguma contaminação da água dos canais fluviais, foi o enzimático da Acetilcolinesterase (enzima retirado do cérebro bovino), o qual se baseia na queda do pH, do meio de incubação, provocado pela formação de acido acético e colina produtos da hidrolise da acetilcolina, na presença de enzima acetilcolinesterase.

A técnica utilizada para se coletar água para análise em laboratório, exige do agente coletor alguns procedimentos básicos, dentre os quais: a utilização de frascos limpos e esterilizados, previamente; após a coleta acondicionar os frascos em uma caixa térmica com gelo para manter as reações químicas do momento paralisadas; anotar nos referidos frascos o local onde a amostra foi coletada; e por fim transportá-las ao laboratório onde a análise foi realizada.

A Bacia Hidrográfica do Rio Piedade foi secionada em 6 pontos para coleta, conforme consta da figura 4:

- Ponto 1: Ponte sobre o Rio Piedade (Y = 713903; X = 7931293), altitude 675 metros.
- Ponto 2: Córrego dos Garcia (Y = 709341; X = 7939762), altitude 730 metros.
- Ponto 3: Ponte sobre o Ribeirão Passa Três (Y = 697361; X = 7949501), altitude 473 metros.
- Ponto 4: Ponte BR 153 sobre o Rio Piedade (Y = 690700; X = 7949250), altitude 470 metros.
- Ponto 5: Rio Piedade próximo à confluência com o Rio Paranaíba (Y = 686374; X = 7950100), altitude 455 metros
- Ponto 6: Ponte sobre o Ribeirão Bebedouro (Y = 744210; X = 7911662), altitude 788 metros.

O secionamento da Bacia do Rio Piedade em seis partes distintas objetivando as coletas de água foi imprescindível para trabalharmos o monitoramento de canais fluviais. Para isso foi indispensável seguir algumas normas estabelecidas pela metodologia da análise d'água, no que concerne a coleta d'água.

- as amostras não devem incluir partículas grandes, detritos, folhas, ou outro tipo de material acidental, salvo quando se tratar de amostra de sedimento;
- quando tratar-se de água corrente, a amostra deve ser coletada com a boca do frasco de coleta contra a corrente, de modo a minimizar o risco de contaminação da amostra.
- deve-se coletar volume suficiente de amostra para eventual necessidade de se repetir alguma análise no laboratório;
- realizar todas as determinações de campo (ex: pH, cloro, temperatura) em alíquotas de amostra separadas daquelas que serão enviadas ao laboratório, evitando-se assim o risco de contaminação;
- empregar somente os frascos e acondicionamento adequados para cada tipo de determinação, verificando se todos os materiais para conservação estão adequados para uso. Em caso de dúvida, substitui-los. Verificar também a limpeza dos frascos e demais materiais de coleta (baldes, garrafas, pipetas, isopor dentre outros.).
- a parte interna dos frascos e do material de coleta, como batoques e tampas, não podem ser tocados com a mão ou ficar expostos ao pó, fumaça e outras impurezas, tais como gasolina, óleo e fumaça de exaustão de veículos, que podem ser grandes fontes de contaminação de amostras. Cinzas e fumaça de cigarro podem contaminar fortemente as amostras com metais pesados e fosfatos, entre outras substâncias. Recomenda-se que os coletores mantenham as mãos limpas ou usem luvas plásticas cirúrgicas, e não fumem durante a coleta das amostras;
- imediatamente após a coleta e acondicionamento das amostras, deve-se mantê-las ao abrigo da luz solar;
- as amostras que exigem refrigeração para sua correta conservação devem ser acondicionadas em caixas de isopor com gelo, porém sem contato direto com o mesmo.
- deve-se manter registro de todas as informações de campo, preenchendo uma ficha de coleta por amostra ou conjunto de amostras com a mesma característica.

A ficha de coleta de campo deve conter as seguintes informações:

- Número de identificação da amostra.
- Identificação do ponto de amostragem e sua localização.
- Data e hora da coleta.
- Procedência da água (rede pública, mina, poço dentre outros.).

- Medidas de campo (temperatura ar/água, pH ,cloro dentre outros.).
- Eventuais observações de campo.
- Condições meteorológicas nas últimas 24 horas que possam interferir na qualidade da água.
- Indicação dos parâmetros a serem analisados no laboratório.
- Nome do responsável pela coleta.
- Nome do solicitante, com telefone para contato.

A coleta de amostras é um passo muito importante, pois o resultado das análises laboratoriais será baseado na água recebida e a interpretação dos resultados a que pretendemos chegar será desencadeada a partir desse resultado.

Todas as atividades metodológicas supra mencionadas só puderam ser completadas mediante a realização da pesquisa bibliográfica, que iniciou-se com a revisão da literatura existente sobre o assunto abordado nessa pesquisa, com o intento de compreender as “Mudanças Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG)”.

# CAPITULO IV

## BACIA DO RIO PIEDADE: participação do ambiente nas mudanças ambientais

# 4 BACIA DO RIO PIEDADE: participação do ambiente nas mudanças ambientais.

Esse estudo compreende por mudanças ambientais, as alterações ocasionadas pela ação antrópica no meio natural, no qual há o predomínio de condições naturais para a existência de fauna e flora silvestre sem que a interferência humana seja necessária. O estudo da bacia hidrográfica do rio Piedade se embasou nas mudanças paisagísticas que se observa ao longo de toda bacia, seja no sentido longitudinal ou transversal. Essas alterações ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade tiveram inicio com a entrada dos primeiros desbravadores por volta da segunda metade do século XVII em busca de ouro e pedras preciosas. Posteriormente, primeira metade do século XVIII, os colonizadores, criadores de gado, adentram os sertões da Província de Minas Gerais em busca de terras boas para o pastejo bovinos e eqüinos, além de contribuírem para a eliminação dos indígenas que habitavam essas áreas.

Para entender melhor o processo de ocupação é preciso primeiro compreender como se deu o surgimento do Estado de Minas Gerais. O espaço territorial mineiro foi desmembrado da Capitania do Rio de Janeiro em 1709, passando a se chamar Capitania Unida de São Paulo e Minas Gerais dos Cataguás. Em 1720 se desmembrou de São Paulo, surgindo a Capitania de Minas Gerais, entretanto a região do Triângulo Mineiro continuaria sob a jurisdição de São Paulo até 1744. Assim, as primeiras concessões de sesmarias, em terras do triângulo, geralmente ao longo da Picada de Goiás, foram feitas por São Paulo. Em 1744, ocorreu a emancipação política de Goiás e, em 1749, a de Mato Grosso, passando o Triângulo a pertencer ao governo goiano. As terras entre o Rio Grande e Rio Paranaíba seriam até 1816 alvo de freqüentes disputas entre as Capitanias das Minas Gerais e Goiás. Por falta de conhecimentos mais profundos acerca da geografia da região, a demarcação estabelecida em 1744 foi bastante imprecisa, por isso a argumentação dos pleiteantes encontrava sempre alguma sustentação, plausível para embasar seus discursos.

Neste período, surgiu um grande movimento populacional que, grosso modo, acompanhou a trajetória da descoberta/exploração/exaustão dos

filões, seguindo, assim, um sentido centro de Minas, Triângulo, sul de Mato Grosso, centro-sul de Goiás. Esse movimento se dava através de um caminho, que é, mais ou menos, o que segue o atual traçado da ferrovia Centro Atlântica, antiga estrada de ferro Mogiana, também conhecida por Picada de Goiás, Estrada Real ou Estrada do Anhangüera em alusão ao bandeirante que a construiu, Bartolomeu Bueno da Silva[26]. Esse caminho tornou a região do Triângulo Mineiro passadouro inevitável de mineradores que demandavam as terras goianas e mato-grossenses, como também de tropas que lutaram na guerra do Paraguai (Figura 20). Este caminho foi usado inicialmente pelos índios, e era uma alternativa ao caminho do rio Tietê. Essa vicissitude, de certa forma favorecia a entrada de tropas mais numerosas e equipadas, tanto a capturar índios para a escravidão, como eliminar aquelas tribos consideradas hostis aos portugueses, como também procurar ouro e pedras preciosas. Por este caminho é que o Anhanguera penetra os sertões goianos.

Em que pese o enorme movimento de aventureiros por suas estradas, em busca do novo Eldorado, proporcionados por aquela corrida do ouro, o povoamento efetivo do Triângulo Mineiro esbarrava na resistência reiterada das numerosas e ferozes tribos indígenas e quilombos presentes na região.

> "Na época, era bastante difícil penetrar pelo Triângulo, dada a existência de quilombos e de tribos indígenas, bastante selvagens. A região era conhecida como 'Sertão da Farinha Podre[27]'. De 1730 a 1766, o Governo de Minas tentava, através da força, penetrar pelo Triângulo, mas somente nesta última data é que conseguiu eliminar o Quilombo do Ambrósio e a tribo dos Araxás (OLIVEIRA, 1994)".

Por ser ponto obrigatório na rota de acesso ao Brasil Central a região do Triângulo Mineiro logrou êxito ao alcançar grande retenção de excedente e forte autonomia econômica e política. Esse ímpeto cumulativo contribuiu para a formação de ranchos, pousos e roças que foram alastrando por toda a região, com o intento de abastecer os viandantes.

---

26 Nascido em Portugal, Bartolomeu Bueno da Silva mais conhecido como o Anhangüera (que na linguagem tupi significa Diabo Velho), foi o bandeirante mais importante na colonização do Triângulo Mineiro.

27 Este nome surgiu do habito que os bandeirantes, e posteriormente, tropeiros e garimpeiros tinham de enterrar parte de seus mantimentos, principalmente farinha de mandioca, nos chapadões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba como forma de garantir alimento no retorno de suas empreitadas por terras desconhecidas. Contudo, como estas viagens demoravam muito, quando os mesmos voltavam, muitas vezes, os alimentos haviam apodrecido.

> "(...) esses sertanistas audazes penetram os sertões auríferos de Minas" pelos vales dos rios "(...) Grande e do Paranaíba. Os bandeirantes paulistas, descendo o Tietê, entram no Paraná, que sobem até á foz do Rio Grande, por onde alcançam o âmago do sertão ocidental de Minas. Ou então prosseguem pelo Paraná acima, entram no Paranaíba e por este rio vão aos imensos desertos auríferos e pastoris, que constituem o vastíssimo território do atual Triângulo Mineiro. Muitas povoações e cidades dessa incomparável região, como Prata, Araxá, Paracatú, por exemplo, têm sua origem em núcleos de colonizadores vindos de S. Paulo (VIANNA, 1922)".

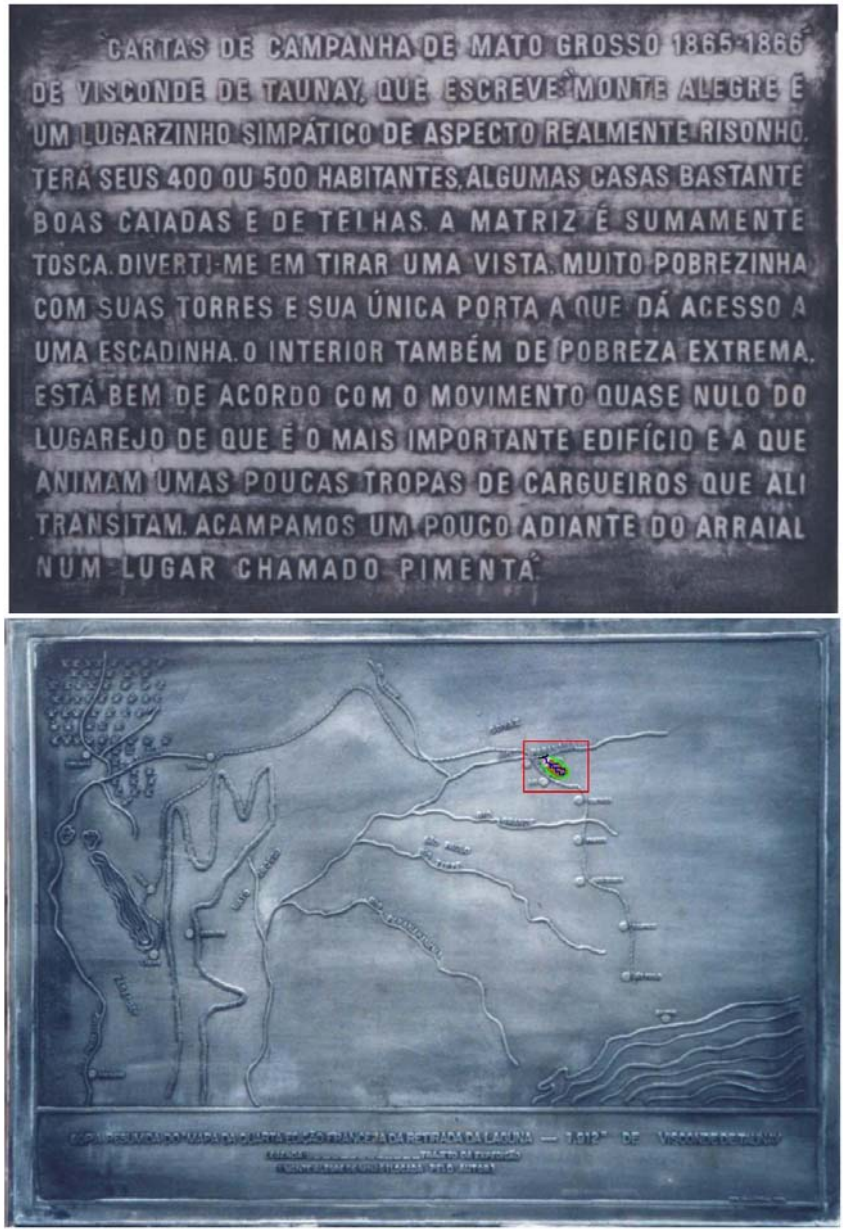


**Figura 20** – Placas em homenagem aos combatentes na Guerra do Paraguai, no município de Monte Alegre de Minas. Neste local encontra-se o Cemitério dos Bexiguentos (Heróis da Retirada da Laguna). No destaque a Bacia do Piedade.

O quadro natural original da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, apresentou-se aos primeiros colonizadores, considerando suas características ambientais, como um desafio a ser vencido, pois se tratava de uma vegetação

de floresta diferente daquela de Cerrado existente nas áreas mais planas do Alto Paranaíba e também nas chapadas do “Sertão da Farinha Podre”.

Contudo as riquezas da região não se compunham apenas de riquezas madeireiras e minerais (ouro, diamante e pedras preciosas), mas também de “(...) *lindas e extremissímas Campinas e matas que produzem* ***milho, feijão, arroz, cará, batata, cana, algodão, mandioca, anil*** (grifo nosso)*, como em parte alguma se tem visto, sem que, entretanto, o lavrador sinta o efeito de um trabalho pesado, pois que as campinas nas mesmas capoeiras são muito favoráveis. (...) Os campos viçosos durante maior parte do ano e os bebedouros salitrosos em quase todas as fazendas dispensam a salga do gado, que aqui se cria admiravelmente bem”* (PONTES, 1970).

A vocação perpetrada ao Triângulo Mineiro e em conseqüência a Bacia do Rio Piedade, aos olhos dos primeiros colonizadores estava voltada para a agropecuária. Essa concepção está diretamente associada à idéia de que a agricultura é a atividade econômica mais antiga e importante do planeta. Dessa forma, uma área com solos e topografia propícios para este tipo de uso, como é o caso do baixo curso da bacia do Rio Piedade, não poderia deixar de usufruir desse beneficio.

Os relatos históricos sobre a região mostram que a bacia do Rio Piedade teve sua ocupação iniciada há aproximadamente 130 anos. Contudo, a intensificação dessa ocupação a partir da década de 1950, com o advento da construção de Brasília esses processos aceleram. A agricultura desenvolvida inicialmente era fundamentada na interferência do homem no ecossistema, inicialmente visando à maior extração e coleta de materiais essenciais à sobrevivência (figura 21).

O que prevalece atualmente, na bacia do Rio Piedade, em detrimento das técnicas tradicionais, é uma agricultura direcionada à produção de alimentos e materiais de valor econômico sem, contudo, se preocupar com o meio ambiente. Com a evolução dos processos de produção ao longo desde período, a agricultura, pela sua vasta extensão, tornou-se uma das atividades humanas mais impactantes ao meio ambiente, em virtude do desmatamento, manejo e uso agrícola inadequados do solo, como: o superpastejo,

compactação, a erosão, a perda de fertilidade e a contaminação com agroquímicos (TILMAN et al., 2001).

**Figura 21 -** "Voyage Pitt, Dans Le Brésil" – de Rugendas, Johan Moritz (1802-1858). **Fonte**: Diretoria Geral de Estatística – 1922.

Essas atividades, no bioma do Cerrado, degradam o solo, causando profundas alterações na estrutura e funcionamento nesse bioma, comprometendo sua atividade de mediador de processos globais (o Cerrado é reconhecidamente conhecido como região de seqüestro de carbono) e interferindo nos serviços da natureza. Portanto, cultivar a terra é essencial para atender a crescente demanda por produtos agropecuários, mas é necessário buscar maneiras de manter a produtividade e produzir com menor impacto ambiental possível, visando conter o avanço da destruição de hábitat e a homogeneização das paisagens, que provocam a contaminação e erosão do solo; a poluição da água e do ar; a perda da biodiversidade cultural e biológica e de serviços da natureza, essenciais para garantir água limpa, seqüestrar carbono, reciclar energia e nutrientes e manter a biodiversidade (CASSMAN, 1999).

## 4.1 Triângulo Mineiro: mudanças ambientais

A degradação ambiental e suas alterações no ambiente são as mais graves ameaças que a humanidade enfrentará neste século. Isso porque essas mudanças fazem parte de uma cadeia de processos muito tênues os que se rompem muito facilmente. Não raros são os estudiosos que já usam a expressão *tipping point* (ponto de não-retorno) como indicando o ponto em que as mudanças ambientais já se tornarão irreversíveis. Calcula-se que no ritmo atual de degradação pelo qual passa o Cerrado no Brasil o mesmo estará praticamente extinto até 2030, (MACHADO et al 2004). Vendo por esta ótica a crise ambiental do Cerrado é gravíssima. Os efeitos catastróficos, dessas mudanças são certos e iminentes e a cada dia que passa sem avanços concretos, aumentam os riscos que podem colocar em xeque a própria existência desse ecossistema.

Estudos recentes indicam que, mantendo as tendências atuais de taxa decrescente da produção mundial (MANN, 1999) e a demanda crescente de produtos agrícolas, nos próximos 50 anos, cerca de 109 milhões de hectares de ecossistemas naturais terão que ser convertidos em terras agrícolas (TILMAN et al., 2001). Segundo BEZERRA e VEIGA (2000) o Cerrado brasileiro representa a última grande reserva de terras agricultáveis do planeta. O avanço da agricultura sobre este tipo de ecossistema agravará a perda já acentuada da biodiversidade e aumentará o impacto atual na eutrofização, no consumo de água doce, na emissão de gases de efeito estufa e no uso de pesticidas.

São vários os estudos que tem demonstrado que a conservação da biodiversidade em agrossistemas sob manejo intensivo é muito difícil, se não impossível de ser conseguida. Haja vista que as mudanças no uso da terra tem sido e será, em cenário futuro, o principal fator de mudança da biodiversidade do planeta (SALA et al., 2000; PALUMBI, 2001). Acredita-se que para a reversão desse cenário de degradação progressiva, é necessária a incorporação constante de novos avanços científicos e tecnológicos na produção agrícola, assim como de mudanças nos aspectos conceituais, regulatórios e políticos da produção. É premente buscar um novo modelo, capaz

de garantir produção estável e viável do ponto de vista econômico, social e ecológico. A criação desse novo modelo deve demandar em seu bojo certos princípios básicos de sustentabilidade, como: elevada eficiência biológica e econômica; reduzido impacto ambiental; eqüidade social e alimentos com qualidade nutricionais e seguros (TILMAN et al., 2002). No Brasil, os conhecimentos científicos e tecnológicos já disponíveis permitem que pacotes tecnológicos e biotecnológicos sejam colocados em prática. Contudo, monitorar adequadamente a segurança ambiental dos mesmos ainda é impreciso, tendo em vista que o controle sobre o que entra e sai clandestinamente do país ainda não é muito confiável. Falta porém, abrir um debate que conduza a uma solução para os problemas de falta de equipes técnicas em quantidade suficiente, como equipamentos, conhecimentos e treinamento para manusear e reconhecer essas inovações agrosilvopastoris, a abertura de escritórios de empresas como a Embrapa, Emater ou agencias estaduais de pesquisa agropecuária próxima ao agropecuaristas é uma saída para minimizar e até mesmo eliminar esse problema.

A agricultura brasileira tem apresentado, nos últimos anos, várias opções ao modelo tradicional de agricultura utilizado no mundo todo. O sistema de plantio direto, a rotação de culturas, a irrigação por gotejamento e microasperção, a redução do espaçamento entre plantas, as variedades geneticamente modificadas, os cultivos orgânicos e agricultura de precisão, proporcionam opções e soluções para alguns dos desafios atuais e futuros da agricultura, pois estas viabilizam a exploração de agrossistemas produtivos, com uso reduzido de insumos químicos e cultivos conservacionistas.

Essas novas tecnologias contribuem para manter ou aumentar a produção, sem promover o avanço da agricultura para novas áreas, o que aumentaria os impactos negativos já tão evidentes. Apesar dos avanços tecnológicos e da aplicação de milhões de toneladas de defensivos agrícolas para evitar perdas significativas na produção agrícola nacional, não tem sido suficiente para minimizar os impactos ambientais sobre o Cerrado conforme pode ser visto, por exemplo, na bacia do Rio Piedade no que tange a drenagem de nascentes, favorecimento ao surgimento dos processos erosivos e desmatamento são apenas alguns impactos que se observa.

Chama-se a atenção, especialmente, para os impactos associados a forma com que essa produção agrícola é manejada após a sua colheita, no Cerrado. Ou seja, em decorrência das perdas existentes da lavoura até o consumidor, os agropecuaristas tendem a aumentar suas áreas de produção para minimizar estas perdas. Apenas para se ter uma idéia desse montante na safra agrícola 2004/2005, 3% da produção agrícola nacional foi perdida em função dos problemas com transporte rodoviário. De acordo com a CONAB (2006), entre 8% e 10% da produção agrícola foi perdida no estágio de pós-colheita, ou seja, entre a armazenagem nas fazendas até o consumidor final ou exportação. Soma-se a esse valor, outros 8% da produção que normalmente são perdidos no campo em razão do ataque de insetos, plantas daninhas e patógenos. Vale ressaltar que não bastam apenas novas tecnologias agrícolas, mas também logística moderna.

Existe atualmente uma grande preocupação em relação ao Cerrado brasileiro. Isso porque a preservação do ambiente deixou de ser discurso de um pequeno grupo de ambientalistas e passou a ser uma preocupação global inclusive com a adoção de políticas governamentais em todo o planeta, atingindo desde o chamado primeiro mundo até o terceiro mundo. Esta preocupação mundial deve-se à valorização da qualidade de vida e à percepção de que a sobrevivência do homem depende diretamente da preservação dos recursos naturais.

Os efeitos globais que sentimos são conseqüências diretas da degradação ambiental, como: racionamento de energia, escassez dos recursos hídricos, aquecimento global, chuvas ácidas, desertificação, secas prolongadas e inicio tardio do período chuvoso dentre tantos outros. Estas seqüelas tiveram sua origem na revolução industrial que inclusive trouxe consigo o aumento de níveis de poluentes lançados na atmosfera, nos solos e nas águas.

No passado recente, os paradigmas eram diluir e dispersar os poluentes nos ambientes naturais, pois os recursos eram abundantes e considerados infinitos para o uso do homem. Sua falta não era uma questão preocupante. Nos últimos 35 anos surgiu um novo conceito que cada vez mais se consolida no mundo inteiro, trata-se do desenvolvimento sustentável que, em resumo, significa manter o progresso preservando o ambiente, garantindo assim a qualidade de vida para as futuras gerações.

A Constituição Federal Brasileira de 1988 dedicou um capítulo inteiro ao meio ambiente, mas não faz nenhuma menção ao Cerrado e, apesar disso, as diversas leis que se seguiram, tanto em nível federal, estadual e municipal, não têm sido suficientes para garantir a recuperação e preservação do meio ambiente, já que os grandes crimes ambientais continuam a ser cometidos, apesar delas.

No Triângulo Mineiro essa situação não é diferente, e por ser uma das regiões agrícolas mais produtivas do país, começa a pagar caro pelo seu desenvolvimento econômico acelerado das últimas décadas. A derrubada desmedida da vegetação natural, intensificada nos anos 60 pelos programas federais de expansão das fronteiras agrícolas, provoca um efeito já sentido pela população: começa a faltar água nas lavouras e nas áreas urbanas de Uberaba, Araguari e Ituiutaba, algumas das principais cidades dessa região de 64 municípios e 1,7 milhões de habitantes.

Analisando os dados climatológicos para região da Bacia do Rio Piedade, detectou-se que as médias mensais de temperatura dos últimos três anos (2004/2005/2006) para os três terceiros trimestres já são maiores que as médias históricas dos últimos 35 anos. Em 2006, por exemplo, a umidade relativa do ar em Ituiutaba (MG) foi de 12% e em Uberlândia (MG) chegou-se a 9%, Ribeirão Preto (SP) registrou 4,8% de umidade no ar, o mais baixo nível já registrado no Brasil para áreas urbanas. Essas médias já são inferiores as médias registradas no Deserto de Atacama[28] no Chile.

Além das já perceptíveis alterações climáticas, as duas principais ameaças aos Cerrados do Triângulo Mineiro estão relacionadas a duas atividades econômicas: a monocultura intensiva de grãos e a pecuária extensiva de baixa tecnologia. O uso de técnicas de aproveitamento intensivo dos solos tem provocado, há anos, o esgotamento dos recursos locais. A utilização indiscriminada de agrotóxico e fertilizante tem contaminado também o solo e a água. Os poucos capões de vegetação nativa ainda existente e inalterada no Cerrado devem ser considerados prioritários para implementação de áreas

[28] O deserto de Atacama no Chile é considerado o mais seco do mundo. Entre 1964 e 2001, o a precipitação anual registrada na estação meteorológica de Quillagua foi somente de 0,5mm.

protegidas, já que apenas 1,5% do Cerrado encontram-se oficialmente em unidades de conservação.

Quem passa pelo Triângulo Mineiro, só encontra resquícios da paisagem predominante há 40 anos atrás, nos fundos de vales ou em pequenas porções no meio de pastagens ou culturas temporárias ou permanentes (Figura 22). Dessa vegetação natural, o Cerrado, que cobria metade de Minas Gerais, resta apenas 2,4%, dez vezes menos que o exigido por lei que é 20%. Nos 54 mil quilômetros quadrados de uma das mais ricas regiões de Minas, predominam pastagens e monótonas plantações de soja, milho e cana-de-açúcar (monoculturas) no lugar dos hoje raros pequis, sucupiras, paus-terra e outras árvores de até dez metros de altura, de troncos tortuosos, casca grossa e folhas espessas, notáveis pela resistência ao fogo, misturadas à vegetação rasteira e ao capim.

**Figura 22** – Resquício da vegetação de Mata, cercada por uma plantação de cana-de-açúcar. Está árvore tem 24 metros de altura, observar o autor de 1,72 m como referência.

Atualmente existe vegetação natural de Cerrado, apenas nas áreas de relevo mais inclinado e nos grotões que são depressões profundas entre as serras (antigos processos erosivos naturais ou antrópicos). A erosão

dos solos decorre fundamentalmente da passagem abrupta de áreas de florestas e pastagens naturais para sistemas agrícolas de monoculturas contínuas, associadas a uma mecanização intensiva e desordenada (SORRENSON e MONTOYA,1989). É seriamente agravada pela ausência de cobertura do solo no período entre os cultivos de inverno e de verão e pela falta de práticas de conservação como as curva de nível e o terraceamento. A ocorrência mais comum é a da erosão laminar que, ao contrário da erosão em sulcos ou das voçorocas, é pouco perceptível aos olhos dos agricultores, mas traz efeitos altamente danosos aos rendimentos das lavouras. Em conseqüência do manejo inadequado e descuidado da terra, estima-se que ocorra uma perda, por ano, de aproximadamente um centímetro da camada superficial mais fértil do solo. A erosão (Figura 23), além de diminuir a produtividade, aumenta os custos da produção agrícola.

**Figura 23** – Foto aérea mostrando voçorocas em cabeceiras de nascentes, no município de Uberlândia - MG.

Além do manejo inadequado, o uso de terras inaptas para certas atividades agrícolas pode ser apontado como um dos principais fatores que provocam a erosão. São raros os casos em que os agricultores submetem o uso

das terras à análise de seu potencial agronômico. Na maior parte das vezes, as localizações das culturas e das áreas de pastagem respondem a um conjunto variado de fatores onde o potencial produtivo raramente resulta de uma análise sistemática.

A destruição do Cerrado em Minas também é provocada pela expansão das fronteiras agrícolas e, em parte, pelo carvoejamento (Figura 24). A situação do Bioma não mudou muito nos últimos anos e, mesmo quando o agronegócio não vai bem, a destruição mantém-se em ritmo elevado. Nos anos em que a atividade agropecuária está a todo vapor, o índice de desmatamento chega a 3% do total do Cerrado ao ano. Haja vista que existe uma premência para o aumento da produção agropecuária, pela necessidade de gerar *superávits* na balança comercial brasileira, presumi-se que haverá cada vez mais desmatamento e mais espécies comprometidas. Não vemos, em curto prazo, nenhum sinal de que o quadro possa ser revertido.

**Figura 24** – Fornos de Carvoeiras as margens do Rio Paranaíba.

Por estar situado entre os outros biomas, como Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal e Caatinga, o Cerrado apresenta uma variação de ambientes

e espécies única no mundo, que contribui para sua rica biodiversidade. A imagem de que o Cerrado é um monte de árvores retorcidas e vegetação rasteira sem importância – como se chegou a pensar no passado – foi derrubada na medida em que os pesquisadores descobriram os milhares de espécies de fauna e flora e o alto grau de endemismo (ocorrência de espécies exclusivas).

Segundo o IBAMA, no Cerrado são conhecidas cerca de 10 mil espécies de plantas, 837 de aves, 161 de mamíferos, 150 de anfíbios e 120 de répteis. Os insetos são pouco estudados, mas somente no Distrito Federal há 90 espécies de cupins, mil de borboletas e 500 de abelhas e vespas.

Para alguns grupos, como as plantas herbáceas, o nível de endemismo pode chegar a mais de 70%, como é o caso das espécies da família *Velloziaceae* associadas aos campos rupestres. Uma dessas espécies, que ocorre em Minas Gerais, é a canela-de-ema. No caso dos répteis, o nível de endemismo pode chegar a 38% do total de espécies.

Pelo que foi visualizado ao longo do período em que foram levantados dados para este trabalho, percebeu-se que não é só no Triângulo que a área de Cerrado está abaixo do limite imposto por lei: a atual legislação brasileira prevê a conservação de 20% da vegetação natural desse Bioma e proíbem a derrubada da cobertura vegetal que acompanha os rios e córregos, as chamadas matas ciliares.

Em todo o Estado de Minas Gerais, os remanescentes de Cerrado não passam de um décimo do que já existiu. Mesmo com tão pouca vegetação natural, o Triângulo é uma das regiões de Minas com a maior área de Cerrado preservada. Contudo, cerca de quinze mil quilômetros quadrados – quase um terço de todo o Triângulo – precisa ser replantado para que as propriedades rurais exibissem a cobertura natural mínima determinada por lei.

## 4.2 Bacia Hidrográfica do Rio Piedade

### 4.2.1 O Quadro Natural

Na da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade aparecem as chapadas e pequenas áreas alagadiças, conhecidas por covoais[29] ou campos de murundus (Figura 25), são essas áreas alagadiças que mantém a perenidade dos canais fluviais durante a estação seca, a qual se estende de maio a setembro. Podendo começar antes ou terminar depois, dependo da influência de fatores climáticos globais como o El Nino (que ocasiona nessa região períodos secos mais prolongados) e a La Nina (intensifica o período chuvoso na região a partir do mês de setembro estendendo até maio, todavia deve-se lembrar que este ainda é um fenômeno com regime hídrico pouco conhecido dos climatólogos).

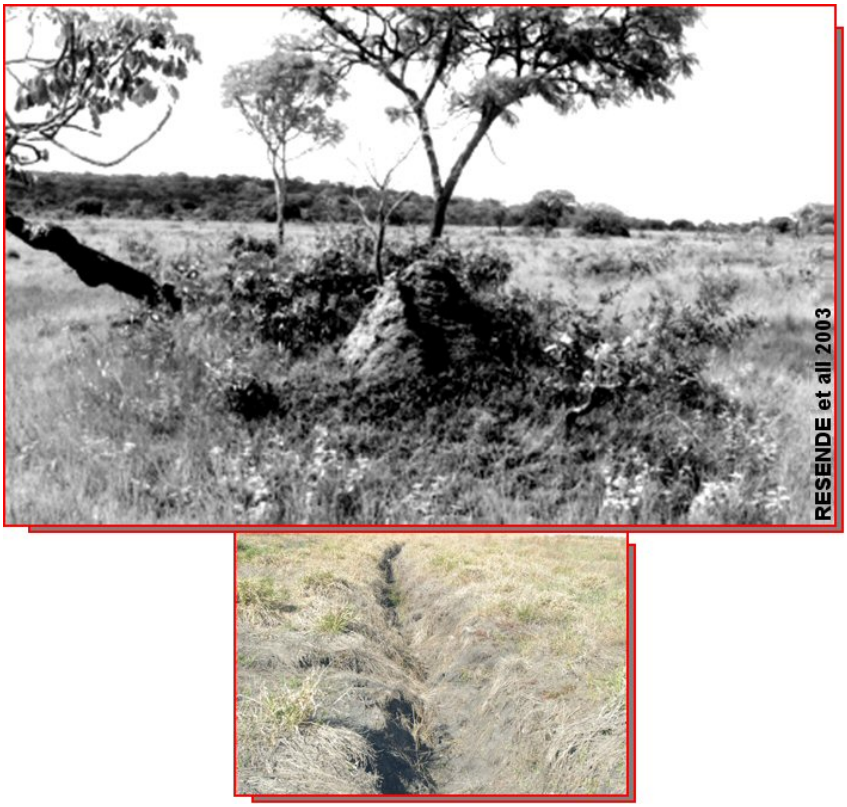


**Figura 25** – Exemplo de Morrote que compõem os campos de Murundus ou covoais e no detalhe um dreno.

[29] - covoais é originário do idioma indígena "covo" que significa armadilha de pesca confeccionada de cipó ou taquara, que se lança no fundo dos poços para apanhar peixes de pequeno porte. Os covoais caracteriza-se no período chuvoso como uma área de reprodução da ictiofauna e avefauna e também como reservatório dos canais fluviais que drenam dessas regiões. Existem várias teorias sobre os covoais e campos de murundus, mas os pesquisadores ainda não chegaram a um consenso. O estudo desses ambientes já foi feito por CORRÊA (1989), OLIVEIRA FILHO e FURLEY (1990) dentre outros.

Essa aparente abundância de água, de certa forma, foi no passado e continua sendo, na atualidade, um atrativo para as atividades pecuária extensiva e intensiva. A atividade agrícola também encontrou condições favoráveis ao seu estabelecimento uma vez que, aparentemente, o fator água não seria problema, caso seja necessário utilizar técnicas de irrigação para a manutenção do rebanho e das lavouras, durante o período seco.

Vale ressaltar que é na chamada região do Cerrado Brasileiro que está a maioria das nascentes dos rios que compõem as grandes bacias hidrográficas mais importantes do país. Alguns pesquisadores, atualmente, têm considerado a região do Cerrado como sendo a caixa d'água que abastece, ou pelo menos pereniza, a maior parte das grandes bacias hidrográficas brasileiras. Apenas para se ter uma idéia, as bacias dos rios Amazonas, Xingu, Araguaia, Tocantins, Parnaíba, São Francisco, Paraná e Paranaíba possuem grande parte dos seus afluentes na região do Cerrado de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal e Tocantins. Assim, das oito grandes bacias hidrográficas brasileiras, apenas duas, ou seja, as bacias do rio Uruguai e do Atlântico sudeste não drenam o Cerrado (DAYRELL, 1993). Esta característica de ser um grande reservatório de água é explicada pelo fato de uma grande parte dos solos das regiões estarem situada sobre extensas chapadas compostas por solos altamente permeáveis. Originados de espessas camadas de sedimentos que datam do Terciário, os solos do Bioma do Cerrado são geralmente profundos, azonados, de cor vermelha ou vermelha amarelada, porosos, permeáveis, bem drenados e, por isto, intensamente lixiviados. Em sua textura predomina, em geral, a fração areia, vindo em seguida a argila e por último o silte. Eles são, portanto, predominantemente arenosos, areno-argilosos, argilo-arenosos ou, eventualmente, argilosos. Sua capacidade de retenção de água é relativamente baixa nas camadas superficiais, mas onde a rocha mãe se encontra bastante fraturada ou decomposta, a retenção de água é bastante significativa.

As características dos solos, sob o domínio do Cerrado – (textura, propriedade, estrutura) – associada com a dinâmica da vida animal – (animais de hábitos subterrâneos) – e vegetal – (a maior parte da massa vegetal das plantas do Cerrado está sob o solo), tornam – se condições naturais, como

um imenso reservatório natural das águas das chuvas. Estes solos, em condições naturais funcionam como uma esponja, acumulando as águas no período das chuvas. (...) Lentamente essa água acumulada nos lençóis freáticos, vão abastecendo as milhares e milhares de nascentes que vão dar origem as principais bacias hidrográficas brasileiras (DAYRELL, 1993).

As características apresentadas pelos solos de Cerrado de serem grandes acumuladores de água foram muito importantes para que a efetivação da ocupação ocorresse. Os projetos elaborados e implantados pelas companhias estatais do setor elétrico como a CEMIG[30], CESP[31], CELG[32], FURNAS[33] e ELETROBRÁS[34] nos rios que nascem ou cortam o Cerrado, também são merecedores de destaque. Estes projetos dizem respeito à construção de usinas hidrelétricas que, devido à extensão de seus lagos, cobrem uma grande quantidade de vegetação, como também a maioria dos chamados solos férteis que estão às margens de rios como o Paranaíba, Parnaíba, Grande, Tocantins, Tietê, Araguari, São Francisco, dentre outros. As mudanças implantadas no Cerrado do Triângulo Mineiro e mais especificamente na paisagem, foram tão violentas que espécies, vegetais e animais, antes abundantes na região, são hoje consideradas raridades. A fauna e flora dessa região também têm sido imensamente afetadas por essas mudanças, tanto a ictiofauna (peixes) quanto à fauna terrestre vêm tendo o seu número reduzido devido às bruscas interferências que vêm se realizando no meio ambiente do Cerrado nos últimos 40 anos.

A compreensão do quadro natural de qualquer bacia hidrográfica requer a identificação de seus aspectos fisionômicos, que expressam as interações dos componentes físicos e bióticos. O quadro natural deve estar organizado em níveis hierárquicos, segundo ordens de grandeza temporais-

---

[30] - Centrais Elétricas de Minas Gerais, estatal mineira que controla a produção e fornecimento de energia hidrelétrica no estado. A CEMIG, assim, como as outras estatais estaduais do setor elétrico fazem parte de um holding maior chamada FURNAS a qual, em associação com a CEMIG, é responsável, só no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, por 12 usinas hidrelétricas.

[31] - Companhia Energética de São Paulo. Estatal paulista do setor elétrico, que em associação com FURNAS e CEMIG exploram as hidrelétricas situadas no Rio Grande, na divisa de Minas Gerais e São Paulo.

[32] - Companhia Energética de Goiás, participou da construção da Usina Hidrelétrica de Cachoeira Dourada no rio Paranaíba. A usina de Cachoeira Dourada foi vendida em 1997, e hoje pertence ao grupo chileno Endesa.

[33] - FURNAS Centrais Elétricas S.A é líder do setor de energia elétrica no Brasil, responsável por 66% de toda a energia consumida no País.

[34] - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - a ELETROBRÁS assumiu características de holding. Suas controladas são: a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - Chesf; Furnas Centrais Elétricas S.A.; Centrais Elétricas do Norte do Brasil - Eletronorte; Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil S.A. - Eletrosul; Eletrobrás Termonuclear S.A. - Eletronuclear; e Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - CGTEE.

espaciais (CARDOSO DA SILVA, 1996) regidas por alguns princípios, dentre eles:

- O meio natural deve refletir as interações simultâneas de vários fatores que lhe dão origem e que o transformam;
- O funcionamento do meio natural é conduzido por diferentes tipos de dinâmicas e de ritmos temporais;
- A combinação entre esses fatores, induzidos por processos climáticos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e biológicos, resultam em uma homogeneidade fisionômica passível de delimitação.

Partindo deste pressuposto, foram selecionados alguns parâmetros que permitiram identificar na bacia hidrográfica do Rio Piedade, através de suas porções paisagísticas as características fisionômicas resultantes da atuação de processos tectônicos e paleoclimáticos, que condicionou as características atuais e pretéritas desta bacia. Contudo, foram identificados também; alguns elementos antrópicos que vêm modificando, mais intensamente, nos últimos 50 anos, essas características naturais da bacia. Porém, um fator preponderante que direcionou a escolha desta bacia hidrográfica, foi o fato da mesma encontrar-se totalmente em ambiente rural, não sofrendo pressão urbana significativa, conforme pode ser visto na tabela 7 e na figura 26.

**Tabela 7** – Municípios que possuem parte de suas áreas dentro da Bacia do Rio Piedade com suas respectivas populações totais.

| Município | População | Área dentro da Bacia (Km²) |
|---|---|---|
| Araporã | 5.897 | 809,450 |
| Canápolis | 7.277 | 53,038 |
| Centralina | 8.014 | 3.072,461 |
| Monte Alegre de Minas | 18.061 | 17.061,780 |
| Tupaciguara | 23.719 | 6.939,448 |
| **Total** | **62.968** | **27.936,177** |

A forma de analise da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade não extrapola os dilemas apresentados por outras bacias em ambiente de Cerrado pelo Brasil. Contudo, a análise da paisagem dessa bacia permitiu entender os processos de ocupação da mesma, que de certa forma é diferente daqueles apresentados em outras bacias da região que tiveram sua ocupação iniciada na sua parte central.

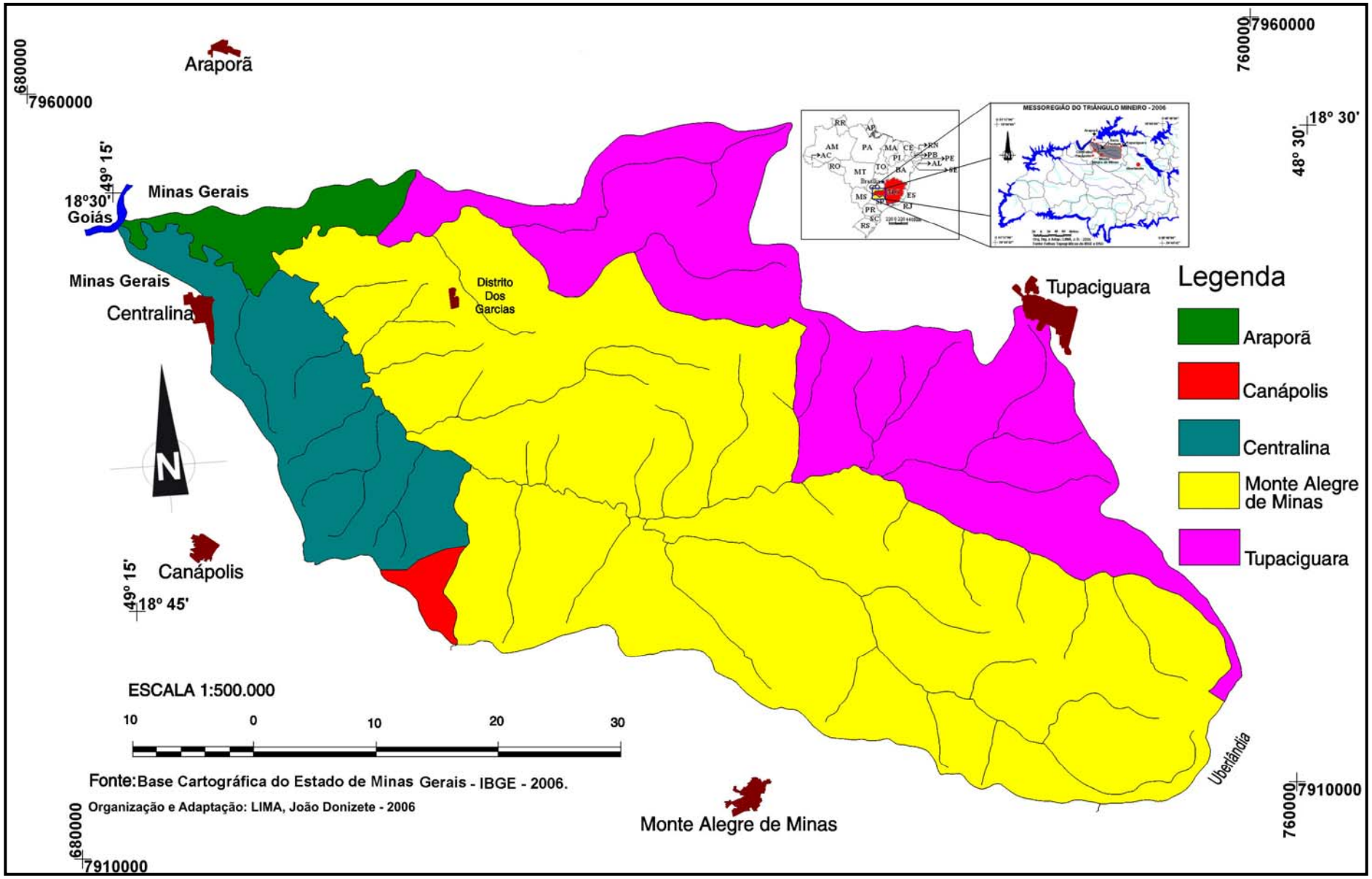


**Figura 26** – Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, destacando as áreas de cada município e seus respectivos núcleos urbanos (sede e distritos).

Ocupar a bacia hidrográfica pela parte central ou até mesmo pelas suas nascentes se dava em decorrência de apresentar nessas áreas solos mais propícios para a agricultura familiar e também pela densidade de pequenos canais fluviais associados a um relevo suave ondulado ou plano. Esta topografia era propícia para a formação de pastagens ou o uso das pastagens naturais compostas por gramíneas como o capim-açu (*Andropogon minarum*), capim-azul (*Lagenocarpus velutinus*), que habitam o Cerrado do Brasil Central. Outros capins como o capim-balça (*Paspalum riparium*), capim-bambu (*Olyra floribunda*), capim-barba-de-bode (*Sporobolus argutos* e o S*. sprengelli*), capim-flecha (*Tristachya leiostachya*) são encontrados sendo esse último próprio dos campos do Planalto Central, com porte característico, semelhando aveia, inclusive pelas espigas frutíferas, e alcança de um a dois metros de altura e o capim-gordura (*Melinis minutiflora*), extremamente difundida como excelente pastagem. Esse capim não é nativo do Brasil, mas, foi introduzido no inicio da colonização da Província de Minas Gerais com o objetivo de formar pastagens para os rebanhos que alimentavam as levas de garimpeiros que adentravam as paragens de Minas Gerais. Em decorrência do pouco conhecimento que tinha da flora do Cerrado, o capim gordura tornou praga sendo visto por muitos como nativo. Na Bacia do rio Piedade esse capim já foi abundante, mas, atualmente, quase não é mais encontrado.

Por outro lado, o Cerrado tem uma composição faunístico e florística de extrema importância para o Brasil e também para a humanidade. Isto se deve a capacidade que algumas plantas desse bioma têm de seqüestrar gás carbônico ($CO_2$) da atmosfera. Portanto, entender a composição do Cerrado é extremamente importante para se definir políticas e projetos visando angariar recursos internacionais e apontar para desenvolver atitude de se preservar o meio ambiente desse bioma contra as mudanças ambientais pelas quais vem passando nos últimos 40 anos. Apenas para ser ter uma idéia da gravidade do problema ocasionado pelas mudanças ambientais globais, basta ressaltar que nos últimos 150 anos, a concentração de gás carbônico ($CO_2$) na atmosfera aumentou 28%; a temperatura média da superfície terrestre cresceu 0,6% ao longo do século XX e deverá aumentar até 5,8% neste século.

Muitos são os defensores do desenvolvimento econômico acelerado da economia de alguns paises, entre eles o Brasil, contudo vale ressaltar que todos os paises desenvolvidos pagaram um alto preço pelo crescimento. O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) utilizado para medir a qualidade de vida dos cidadãos de um país. O IDH ideal não foi conseguido sem que a natureza tivesse que pagar um alto preço. No Brasil, a busca desse desenvolvimento também tem contribuído para que o ambiente sofra as conseqüências. O Cerrado, por sua vez, faz parte dessa natureza que vem sendo afetada de forma rápida e continua pela busca desse desenvolvimento.

A flora do Cerrado por não ser muito exuberante em seu porte, fornece a falsa impressão de que o bioma não mereça ser estudado e preservado. Contudo, estudos desenvolvidos tanto por órgãos públicos, ONGs e empresas privadas já diagnosticaram que no Cerrado existe uma variedade florística merecedora de crédito, pois as mesmas demonstraram ter um valioso poder de diminuir a carência alimentar dos seres humanos e animais. A exemplo disso podemos citar o aproveitamento do fruto do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) do qual se produz a farinha rica em vitaminas e é considerada 300 vezes mais eficiente na alimentação do que as farinhas lácteas convencionais. O óleo extraído do Pau de Óleo ou Copaíba (*Copaifera langsdorfii*) demonstrou que quando consumido em natura, o mesmo serve como cicatrizante de processos que afetam o intestino tais como esofagofagite, ulcera e gastrite.

As características fisiográficos da bacia do Rio Piedade a coloca no bojo desse dilema ambiental. Isto porque, apesar de ser a vegetação da bacia constituída em boa parte por vegetação de mata, a qual muitos erroneamente a classifica como sendo Mata Atlântica, e é até preferível assim, pois dessa forma a mesma tem maiores possibilidades de ser preservada, não a desqualifica como fazendo parte diretamente das feições naturais do Cerrado. Considerando, que esse Bioma apresenta condições nutricionais de nutrientes insuficientes para a agricultura, outros tipos de atividades desde que adaptados a esse ambiente tornam essas áreas excelentes para a prática agrícola (figura 27). Em vista disso deve-se observar que o relevo plano e suavemente ondulado, facilita a utilização de maquinaria.

Em função de suas características ambientais estarem associadas ao meio ambiente do Cerrado, a bacia do Rio Piedade insere-se em uma área que é considerada como a última grande reserva natural de terras disponível para a agricultura extensiva, capaz de suportar imediatamente a produção de cereais e de grãos e a formação de pastagens. No Brasil, e particularmente em Minas Gerais, nos últimos 30 anos têm-se verificado intensas transformações no ambiente natural, que abrem novas fronteiras agrícolas ou cedem lugar a outros projetos econômicos (Fundação João Pinheiro 1999; Silva, 1999).

**Figura 27** – Área cultivada com sorgo em 2005, em 2003 essa mesma área foi cultivada com soja, ambas as culturas somente são viáveis com uso intensivo de maquinário e a baixa declividade do terreno.

A área do Cerrado, onde se insere a Bacia do Rio Piedade, era tradicionalmente voltada para a pecuária extensiva, mas com as alterações que ocorreram no uso da terra a partir de 1970 a 1985, em termos de aumento de lavouras permanentes e temporárias nos municípios das regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e, também, de diminuição da área de pastagens naturais em decorrência da ampliação de lavouras, pela incorporação de áreas do Cerrado pelos programas implementados, de aumento de pastagens plantadas e do efetivo bovino nos municípios dessas regiões, de certa forma podem explicar como se deu a modificação do quadro natural e as respectivas reduções das áreas de vegetação natural, degradação dos canais e drenagem de nascentes nos chapadões.

A configuração espacial da Bacia do Rio Piedade, permitiu que sua área fosse intensamente explorada no século passado sem o uso das novas tecnologias agrícolas, tendo em vista que a existência de solos férteis como os Argissolos, Alissolos, Cambissolos, Gleissolos e Latossolos favoreceram a agricultura familiar e extensiva (cana-de-açúcar). A pecuária, a partir de 1970,

também ganhou investimentos para a melhoria de pastagens com espécies selecionadas, as quais são antecipadas pela cultura de arroz de sequeiro.

> "O meio ambiente das sociedades rurais tradicionais só pode ser convenientemente descrito através de uma geografia escrita e largamente regional (...) O seu carácter comum é um sistema de adaptação frequentemente sutil, mas dominado pelas principais condições naturais. Estes sistemas de adaptação comportam um conhecimento empírico de base, do meio e da variabilidade dos seus elementos a curto e a médio prazo, e uma adequação da acção mobilizadora ou produtora aos imperativos do meio conforme o arsenal das técnicas adquiridas pela coletividade" (GEORGE, 1984)

Ao contrario do que foram mencionadas acima, as sociedades rurais atuais não possuem nada de sutil com a natureza que o cerca, muito pelo contrario. Atualmente, os ecossistemas naturais são vistos como uma ameaça a ser vencida pelas extensas monoculturas de soja, milho, cana-de-açúcar dentre outros.

Assim sendo, tanto as plantações, a busca de uma melhor qualidade e a otimização do trabalho no campo tem crescido no Brasil, viabilizando a prosperidade da região do Cerrado, mas não preservando as riquezas nativas. A degradação está em passo acelerado na região. Por isso é importante a orientação técnica ao produtor rural aliada a técnicas preservacionistas com o intuito de diminuir o impacto ambiental do manejo de culturas e de animais nas propriedades.

### 4.2.2 Compartimentação do Relevo

Apesar da incisiva decisão de definir a compartimentação do relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, com base na metodologia definida por Ab'Saber (1969) e adaptada por RIBEIRO (1989) e (2001). Detectou-se ser essa uma decisão que não permitiria relacionar a degradação ambiental com a compartimentação da paisagem. Essa impossibilidade surgiu do fato das duas metodologias serem aplicáveis em macro bacias hidrográficas e não em bacias de pequeno à médio porte como é o caso da Bacia do Rio Piedade. Dessa forma optou-se por realizar a compartimentação do relevo da referida bacia com base nas características morfológicas do terreno, envolvendo a análise da origem, do estágio evolutivo e da geometria do conjunto de formas presentes na

região. Destarte, a metodologia utilizada para a compartimentação do relevo depende da dimensão ou escala do estudo, a qual deverá ajustar-se a determinado nível taxonômico. A metodologia para o Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal, proposta por BECKER & EGLER (1997), sugere, por exemplo, como subsídio à gestão do território, o estudo da vulnerabilidade da paisagem natural e da potencialidade social, considerando uma base cartográfica na escala 1:250.000, portanto, de nível regional. A caracterização da vulnerabilidade natural fundamenta-se nos conceitos ecodinâmicos de TRICART (1975), tendo o relevo como componente básico.

A compartimentação do relevo da bacia do rio Piedade induziu a disposição da rede hidrográfica e quando da chegada do homem impôs passagens ou contornos às vias de acesso e comunicação. Foi também a compartimentação dessa paisagem (Figura 28) que determinou a configuração com que a flora e fauna instalam-se de forma mais intensa e exuberante no baixo e médio curso. No alto curso esses componentes ambientais se apresentam de forma mais esparsa e menos proeminente. A compartimentação da Bacia do Rio Piedade fez uso dos dados do projeto RADAMBRASIL e também dos dados geofísicos disponíveis.

No estudo de uma bacia hidrográfica ou até mesmo de um Bioma ou ecossistema, algumas técnicas podem legitimar em muito os numerosos esforços realizados no sentido de buscar a compreensão e a obtenção dos resultados. Em nosso caso, em especial, nos direcionamos por utilizar as metodologias propostas por Ab'Saber (1969) e adaptada por Ribeiro (2001) para estudar a Bacia do Rio Piedade, através da compartimentação da paisagem. Contudo, ao iniciar a coleta de dados, na bacia hidrográfica, sobre litologia e estrutura, cobertura de materiais inconsolidados, geomorfologia e característica do padrão fluvial, detectou-se ser essas metodologias não apropriadas para este tipo de estudo pelo fato das suas técnicas serem mensuradas para ambientes mais amplos, o que não é o caso da bacia do Rio Piedade que possui uma área de 2.771 km².

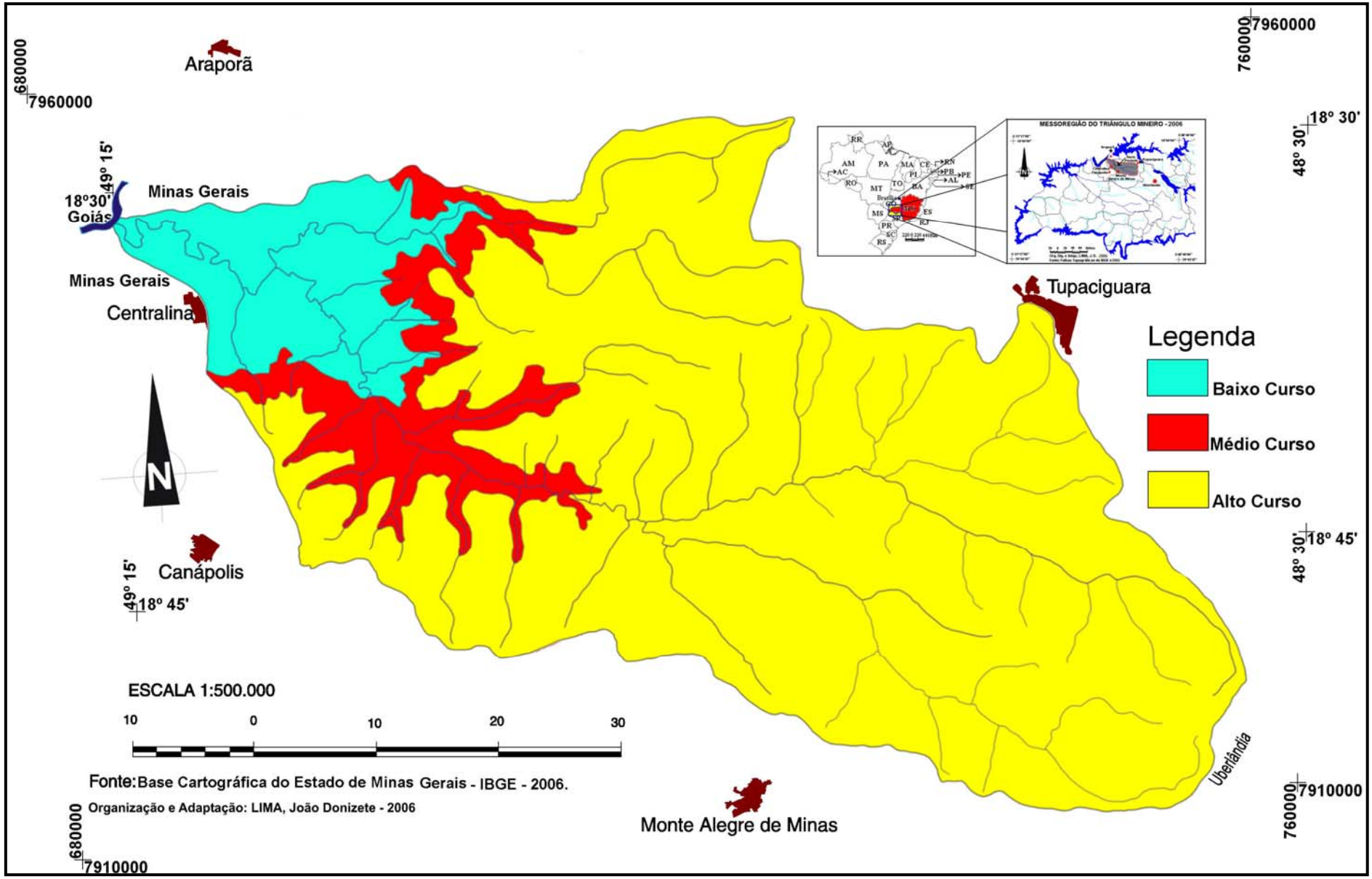


**Figura 28** – Subdivisões Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade.

Portanto, para realizar o estudo das mudanças ambientais na Bacia do Rio Piedade, optou-se por trabalhar com as componentes principais do relevo no sentido de compartimentar o mesmo a fim, de obter, uma separação da bacia que fosse condizente com os nossos objetivos. Para realizar esta classificação tomou-se como referencias trabalhos realizados à semelhança de GOULART (2001), onde o mesmo utilizou a rede de drenagem como elemento delineador das "(...) *condições morfodinâmicas atuais da bacia e a história de sua evolução ao longo do tempo. O estabelecimento da hierarquização dos canais permite referenciar a cronologia para a interpretação de sua idade relativa e avaliar o ritmo do trabalho de esculturação promovido pela sua evolução ao arranjo dos relevos*".

Os mapas resultantes da análise das componentes geoambientais da bacia hidrográfica, mostram que o Baixo Curso possui às declividades que variam de 0 a 15% de inclinação do terreno que sobrepõem aos derrames basálticos que originaram os solos mais férteis. O Médio Curso corresponde às áreas com maiores declividade e onde as encostas, com declividade entre 15% e ≥ 45%, estão diretamente associadas à presença dos basaltos em decomposição, como também a rocha sã sem alteração aparente. Neste área localiza-se a vegetação mais exuberante, principalmente, pela dificuldade de exploração tanto da vegetação quanto do solo, em função da declividades que, em alguns paredões, se aproximam de 90º. Os solos são quase inexistentes, predominando solos pouco espessos, contudo são muito ricos em matéria orgânica oriunda da decomposição da serrapilheira produzida pela vegetação presente nestes locais.

O Alto curso, por sua vez, caracteriza por apresentar a área mais extensa onde predomina rochas sedimentares cretáceas recobertas por solos profundos com elevados teores de areia e argila. Os resquícios de vegetação indicam que havia neste compartimento da paisagem o chamado Cerrado *stricto sensu*, vegetação estruturada em apenas dois estratos ou *scrubs*: um nível arbóreo/arbustivo, com árvores esparsas e retorcidas, que atingem altura média que variam entre sete e dez metros, e um estrato herbáceo/gramíneo. Essa é a paisagem mais difundida do Cerrado – e que muitos erroneamente classificam como paisagem única –, é a que ocupa maior área dentro das paisagens que compõem a bacia hidrográfica do rio Piedade.

As inclinações do terreno que compõem a paisagem da bacia hidrográfica do rio Piedade, é uma das co-responsáveis pelo alto grau de

antropização existente nessa bacia. Os Mapas das Subdivisões Geomorfológicas, Clinográfico, Hipsométrico, respectivamente figuras 28, 29 e 30 mostram o porquê das diferentes compartimentações existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade bem como as associações geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de flora.

A bacia do rio Piedade possui um relevo que se enquadra no domínio dos chapadões tropicais recobertos por Cerrado e penetrados por florestas-galeria (AB'SÁBER[1,2], 1971, 1977). Tem ainda as características de ser composto por vastas superfícies de aplainamento, as quais correspondem ao domínio dos chapadões e onde ocorreu e ocorre a expansão do trinômio café/milho/soja no alto curso dessa bacia. As mudanças ambientais que vêm sendo perpetradas ao Bioma Cerrado da bacia do rio Piedade estão diretamente relacionadas às atividades agrosilvopastoris que estão implementadas na bacia, principalmente, nas áreas onde a declividade oscila entre 0 e 15%, que propicia a mecanização agrícola e também a formação de pastagens cultivadas. Ao observar os Mapas Clinográfico e Hipsométrico verifica-se a existência de uma corroboração entre eles no que tange às condições topográficas favoráveis ao pretérito e atual modelo de ocupação.

Na medida em que a ocupação da bacia do rio Piedade foi ocorrendo, surgiram os problemas ambientais que dilaceraram com a flora e fauna, hidrografia, solos e porque não dizer também de praticamente todos os recursos naturais. Conforme mencionado, a substituição da vegetação natural tem contribuído para mudar as qualidades naturais, contudo a quantificação desses valores se restringe aquilo que é perceptível em curto prazo como o desmatamento, secagem de canais fluviais, desaparecimento de espécies da fauna e flora dentre outras, são apenas alguns exemplos.

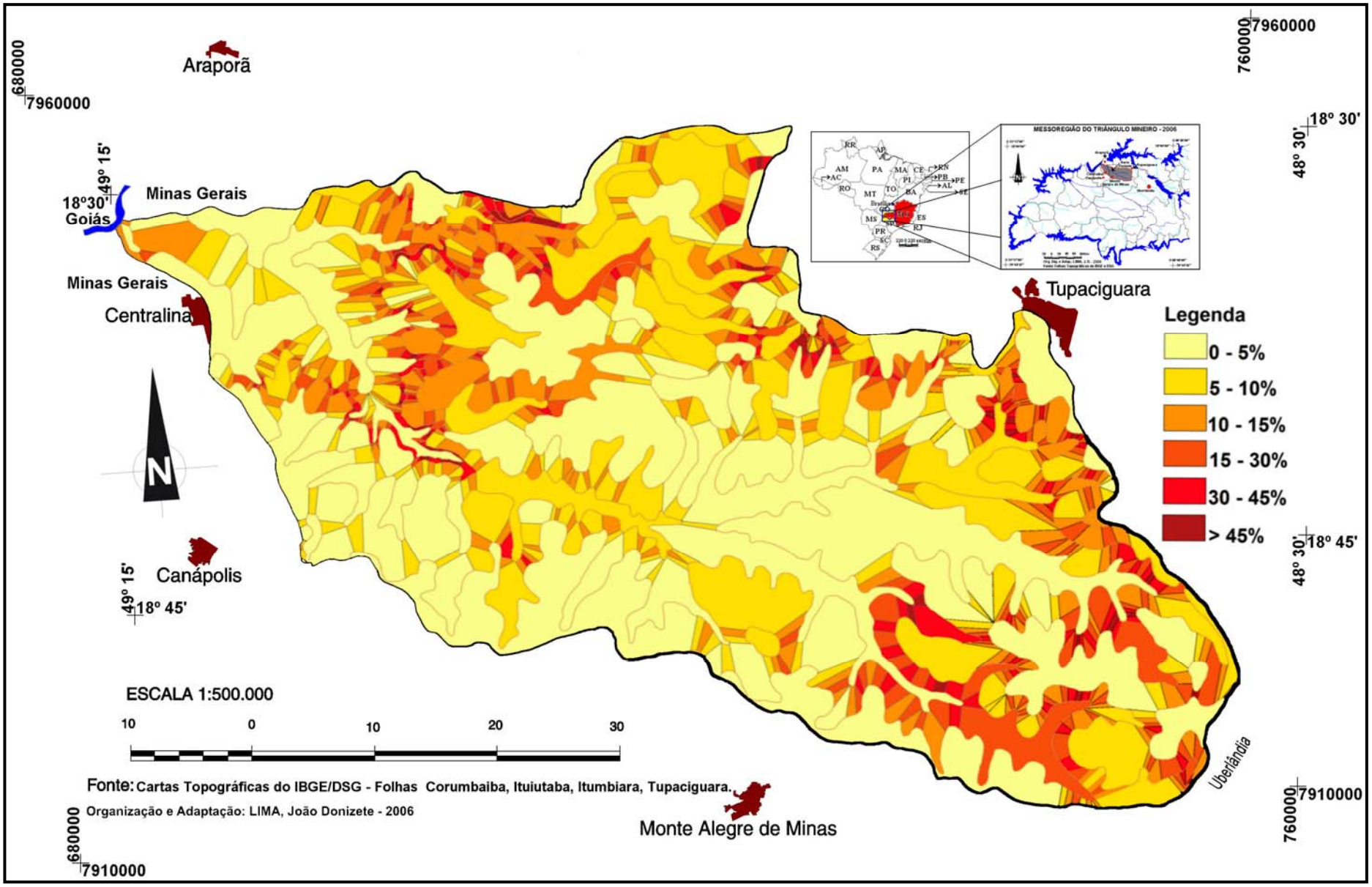


**Figura 29** – Avaliação Clinográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade.

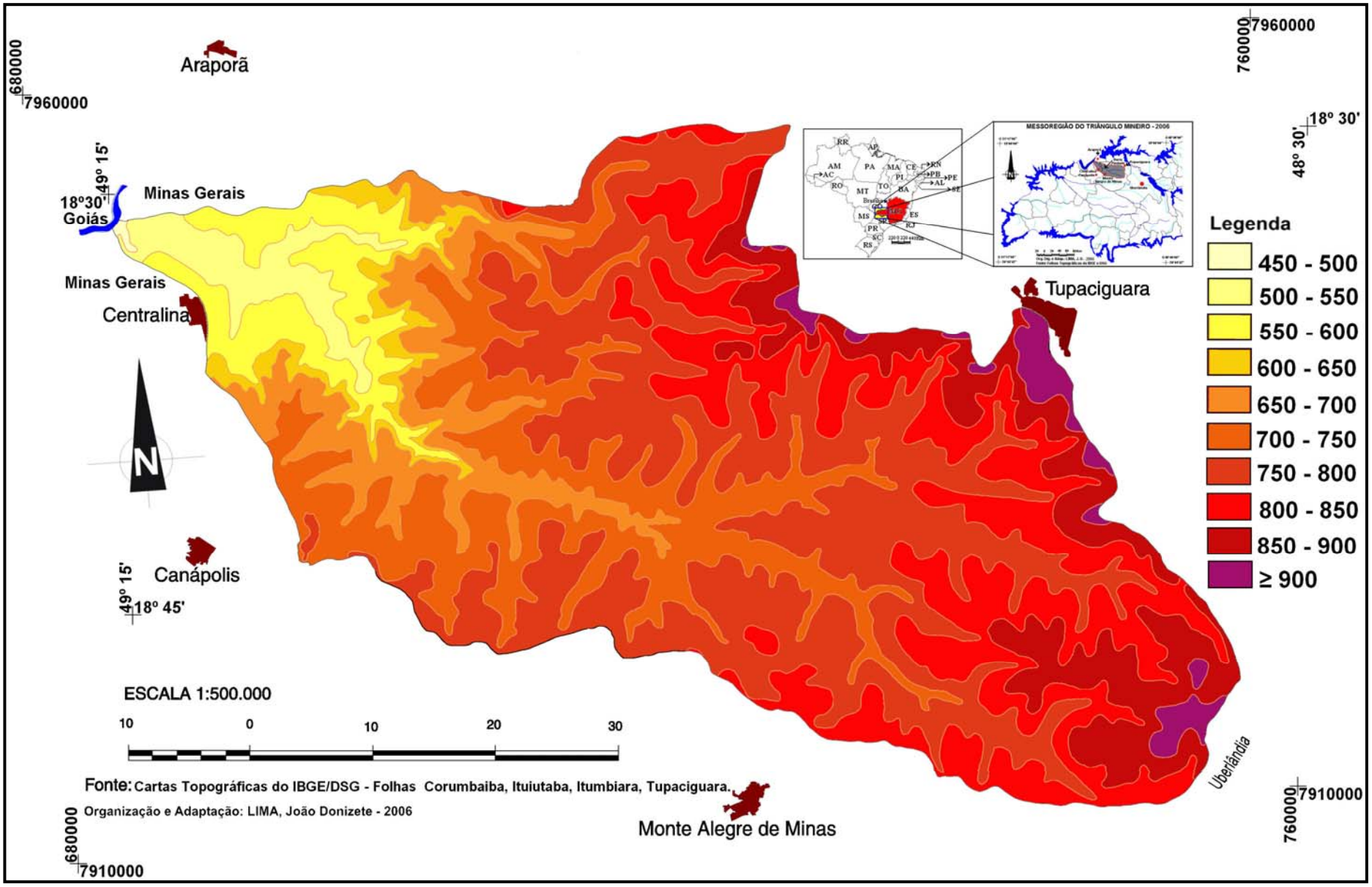


**Figura 30** – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade.

Quando se analisa a paisagem de uma bacia hidrográfica como a do Rio Piedade, fica evidente que a ação antrópica é extremante danosa ao meio ambiente; Tal é o caso da duplicação da BR – 153, mais conhecida como Belém-Brasília, que corta o baixo curso dessa bacia. No processo de construção das pistas, fez-se necessário utilizar uma grande quantidade de material coluvial (cascalhos) para fazer a base das novas pistas. Esse material foi retirado de um morro localizado a uma altitude de 744 m e a 20 km da pista que foi duplicada. Até este ponto aparentemente não há nenhum problema, contudo, existem vários problemas decorrentes dessa ação, dentre elas cabe mencionar a retirada total da vegetação desse local para que se pudesse escavar o material coluvial e que contribuía para a infiltração e o conseqüente reabastecimento das águas do lençol freático nas cabeceiras dos córregos existentes na margem esquerda do Ribeirão Passa-Três e na margem direita do rio Piedade.

Esta mancha de material coluvial demonstra que este local poderia constituir o antigo leito fluvial do ribeirão Passa-Três que têm o seu atual curso a cerca de 3 km, em linha reta na direção norte, deste local, com uma ampla vertente suavemente côncava e em forma leque. Contudo, nesta região, em direção ao leito do rio Piedade existe, a cerca de 500 metros em sentido noroeste, a nascente principal do córrego da Guariroba, que no período de estiagem chega a ter apenas um pequeno filete de água, enquanto no período chuvoso é bastante caudaloso. Chamou-nos atenção para este local o fato das outras nascentes estarem em área menos declivosas e próximas a borda da ampla chapada que faz parte do Alto Curso. A retirada do material coluvial é uma ação que favorece o carreamento de material inconsolidado para o leito de córregos como o da Guariroba, dos Coelhos e dos Garcias. Também favoreceu no período chuvoso do aumento das enxurradas nas vertentes do Ribeirão Passa-Três e Rio Piedade culminando na redução da turbidez, potabilidade, DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) da água desses mananciais como também no aumento de sedimentos finos e médios depositados nos leitos desses canais fluviais. Mediante essas atitudes, ficou detectado que atualmente a paisagem natural da bacia do Piedade está toda antropizada, não restando partes significativas de ambiente natural, com exceção do médio curso, capaz de mostrar a beleza cênica de suas paisagens.

A forma pela qual a bacia foi ocupada culminou em um processo degradacional acelerado e por que não dizer imutável economicamente. As benesses oriundas dessa forma exploratórias imposta à Bacia do rio Piedade apenas acelera as mudanças ambientais que já são preconizadas pelos estudos geofísicos realizados em todo o planeta, ou seja, não é uma forma sustentável, muito pelo contrário ela é extremamente danosa e predatória. Portanto, devemos convir que os efeitos dessas mudanças não sejam apenas locais, mais do que nunca, eles são globalizados.

As Mudanças Ambientais deve levar em consideração tanto o desempenho da estrutura geológica quanto os processos morfogenéticos. Para CASSETI (1994) "(...) as diferenças litológicas e tectônicas expressam a configuração geral do modelado, o clima, através dos respectivos processos, responde pela dissecação do relevo, expondo a estrutura através da erosão diferencial, ao mesmo tempo em que a intensidade da dissecação pode estar associada à ação tectônica ou à resistência litológica". Esses componentes geoambientais associados permeiam a relação intrínseca dos elementos que determina qual a dinâmica que prepondera sobre os diversos componentes da paisagem.

Assim, não se deve desconsiderar as condições naturais da bacia hidrográfica e seu estágio atual nas alterações que atualmente são observadas. A erosão hídrica, por exemplo, esteve atuante no passado da bacia hidrográfica do rio Piedade, e está presente na contemporaneidade da mesma através dos processos geoambientais. O desenvolvimento de sistemas hidrográficos e suas bacias de drenagem por processos de erosão hídrica foram explicados por HORTON (1945). Contudo, foi LUEDER (1959) que concluiu através da análise da drenagem superficial que a mesma fornece indicações preciosas sobre a relação infiltração/deflúvio, capacidade de infiltração, permeabilidade e textura dos materiais presentes em uma área. No Brasil, essas pesquisas foram iniciadas por FRANÇA (1968). Esses estudos permitiram compreender o porquê de existir áreas mais densamente antropizadas, do que outras. Foi a drenagem mais eficiente e branda nas áreas de topo que possibilitaram surgir as extensas áreas planas ou suavemente onduladas nas bordas onde se localizam as principais nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade. Essa mesma drenagem lavou a cobertura litológica do médio curso e

depositou, juntamente com o material retirado do alto curso, no baixo curso. Essa atividade permitiu assim a formação de um solo pouco profundo, mas com um horizonte “A” naturalmente favorável a atividade agrícola, ao contrário do Alto Curso que precisa de *inputs* de adubos e defensivos para que esses solos se tornem produtivos economicamente.

A compartimentação da paisagem na bacia hidrográfica do rio Piedade tem um papel fundamental. Essa apreciação, associada a abordagem fisicogeográficas integradas, preconiza a chamada análise sistêmica, originada de diferentes escolas que estudam as paisagens. Dessa forma “(...) paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparados. É numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagindo, dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpetua evolução” (BERTRAND, 1968). No conjunto, todas as abordagens de uma Geografia Física integrada, a partir da década de 1970, revelam uma retomada dos estudos relacionados com a caracterização, estrutura e dinâmica das paisagens. O paradigma sistêmico as unifica, mas as concepções de unidades territoriais naturais evidenciam oposições e contradições, entre elas a de BEROUTCHACHVILI & BERTRAND, (1978).

Em síntese, o geossistema é um sistema espacial natural, aberto e homogêneo e se caracteriza por três aspectos:

- **Morfologia** – que é a expressão física do arranjo dos elementos da conseqüente estrutura espacial.
- **Dinâmica** – que é o fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema e que varia no espaço e no tempo;
- **Exploração biológica** – da flora, fauna e do próprio homem.

Apesar dessas informações não podemos desconsiderar o fato de ser o Brasil possuidor de características hidrológicas privilegiadas com rios que cobrem longas extensões de terra. Rios de planalto, que escorrem suavemente em direção à foz e que, ao longo do curso, formam inúmeras quedas d’água, constituindo valoroso potencial energético.

Embora essa aparente abundancia de água não demonstre a problemática ambiental, de imediato, ela denota que existe uma associação desfavorável entre sociedade e natureza. A forma desenfreada como o homem

avança sobre os recursos naturais como se ele fosse infinito acarreta o surgimento de um elevado número de problemas que abrange problemáticas relativamente simples até situações mais agudas como são os caso da eutrofização, toxidade das águas, custos excessivos de tratamento, ameaças à saúde humana por deterioração da qualidade e mudanças hidrológicas drásticas em escala global, regional e local. Sendo, portanto a água um dos agentes fundamentais a existência da vida no planeta Terra, devemos considerar que:

- A água está presente em praticamente todos os ecossistemas do planeta Terra;
- A água, na sua forma líquida, é evidentemente a mais utilizada e não está distribuída uniformemente no planeta;
- A água é um recurso renovável através do ciclo hidrológico e como tal sua inesgotabilidade foi considerada por muito tempo como real;
- A água pode ser considerada uma propriedade comum a todas as nações do planeta;
- A água é utilizada em vastas quantidades para inúmeros usos múltiplos que se complexão à medida que o desenvolvimento urbano/industrial/agrícola se diversifica.
- A água bruta, presente nos mananciais pode ser barato, dependendo de sua qualidade.

As características mencionadas acima têm sido utilizadas de certa forma para promover usos excessivos, implementar usos múltiplos, sendo que certas práticas chegam ao cumulo de desperdiçar de água tratada. A dinâmica do consumo de água doce tem aumentado constantemente nos últimos cem anos. O grau de urbanização tem imposto impactos adicional nos recursos hídricos, seja pela necessidade de volumes cada vez maiores de água bruta, ou pela descarga de esgotos sem tratamento, lixo, animais mortos, dentre outros produtos que agravam a poluição e a contaminação dos corpos d'água, em todo o Brasil (Figura 31).

A compartimentação da paisagem tem um papel primordial quando se busca entender como ocorreu e tem ocorrido a ocupação do Cerrado na região do Triângulo Mineiro, e mais especificamente na bacia hidrográfica do rio Piedade. Contudo, a diversidade do Bioma Cerrado apresenta um agravante que é o fato de as pesquisas realizadas em determinadas regiões ainda não poderem ser extrapoladas para outras em conseqüência da grande variabilidade das condições tanto climáticas quanto de solo, fauna, flora e recursos hídricos.

**Figura 31** – Representação do tempo de decomposição de alguns produtos e elementos comumente encontrados nos rios, lagos e represas. **Fonte:** Embalagem de sacos para lixo – Plastiflocos Ltda.

A falta de um conhecimento completo do Cerrado não foi empecilho por parte do Governo Federal do Brasil que através de decretos leis, criou incentivos fiscais, permitindo a ocupação do Cerrado, na década dos 70.

Com esse ato a compartimentação da paisagem, passou a ser elemento delineador para se iniciar uma corrida, sem precedentes, na história para a ocupação do Cerrado.

> "Com o advento da política governamental de incentivos fiscais, a atividade florestal ganhou um grande impulso, alastrando-se por diferentes regiões do País. (...) através do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, criou, em 1973, o Projeto de Desenvolvimento da Pesquisa Florestal – PRODEPEF (...) cuja política para a região do Cerrado era primordialmente a introdução e reintrodução de espécies e procedências de Eucalyptus sp. e Pinus sp. nas condições ecológicas peculiares a essa nova área" (EMBRAPA-CPAC, 1980).

A abertura desses financiamentos possibilitou a elaboração de estudos de potencialidade agrícola, pecuária e silvicultura no Cerrado, mostrando os eventuais investimentos que poderiam ser feitos nessas áreas

pelo Estado brasileiro. O resultado dessas pesquisas desencadeou uma corrida desenfreada com o objetivo de realizar uma rápida ocupação das áreas de chapadas do Cerrado. Com base nessas informações, e percebendo uma possível valorização dessas regiões é que

> "(...) As empresas reflorestadoras, apoiadas por benefícios fiscais, formaram imensos maciços, sem destinação econômica assegurada, só que, tudo indica, tratou-se de uma estratégia para o aproveitamento dos incentivos do IBDF e apropriação de extensas glebas de terra em rápida valorização, resultando, inclusive, em ocupação com atividade florestal de terras aptas para lavouras". (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1984).

A silvicultura (Pinus e Eucaliptos) foi pioneira na região do Alto Paranaíba e do Triângulo Mineiro em decorrência da implantação, em Uberlândia, da COOALBRA, empresa que iria produzir metanol, extraído do Eucalipto. A função básica do projeto que viabilizou a implantação desses reflorestamentos era participar do programa do PROALCOOL, que objetivava tirar o país da dependência do petróleo internacional.

Todavia, a ocupação das chapadas pela silvicultura se deu de forma até certo ponto desordenada, pois os investimentos para esse tipo de atividade eram subsidiados pelo governo federal a grandes empresas e bancos privados e não ao pequeno produtor da região. A conseqüência disto foi a formação de mega-latifúndios, florestados com Pinus e Eucalipto. Na maioria das vezes o florestamento dessas áreas era, na verdade, uma fachada para que essas empresas privadas pudessem se apropriar de grandes áreas.

Não descarta-se ser de vital importância para o país a existência da atividade agropecuária, a qual gera muitos empregos. O Brasil, além de ser responsável pelo abastecimento alimentar mundial tem nesse ramo de negócio a sustentação do seu crescimento econômico, que poderá reverter em políticas sociais favoráveis aos menos favorecidos. Acredita-se que o necessário a ser feito é encontrar meios de garantir o desenvolvimento dessas pessoas minimizando ao máximo o impacto ambiental, buscando uma convivência harmônica e com respeito ao meio ambiente, sua biodiversidade e aos recursos naturais.

### 4.2.3 O Papel da Política Econômica e da tecnologia nas Mudanças Ambientais

Buscando entender as razões que determinaram (ou influenciaram) as mudanças ambientais observadas na bacia do rio Piedade é que optou-se por analisar o papel da política econômica e da tecnologia nas mudanças ambientais. Acredita-se, porém, que o problema maior tem raízes nas políticas públicas impróprias para esse tipo de ambiente. Historicamente, a expansão agropastoril e o extrativismo vegetal e mineral, conforme mencionado anteriormente, no Cerrado têm se caracterizado por um modelo predatório. A ocupação da região é desejável, mas deveria ter sido realizada de forma racional. Até o momento, o desenvolvimento agrosilvopastoril tem trazido graves conseqüências para a natureza. Um dos mais sérios problemas decorre do uso de técnicas falhas que deixam o solo desprotegido durante épocas de chuvas torrenciais, outro está associado ao uso quase que indiscriminado de defensivos agrícolas, adubos químicos e desfolhantes. Paralelamente, a essa forma predatória de apropriação da natureza, cresce o aparecimento de novas pragas e doenças nas atividades estabelecidas nesse ambiente, pouco conhecido que é o Cerrado.

A bacia do rio Piedade também tem em seu bojo uma forma predatória e gananciosa favorecedora das mudanças ambientais. Esta situação causou e continuará favorecendo a danificação e fragmentação de áreas naturais e os processos mantenedores da biodiversidade tanto na bacia do rio Piedade como também no ambiente do Cerrado.

O uso de técnicas de aproveitamento intensivo dos solos tem provocado, desde então, o esgotamento de seus recursos. Os usos indiscriminados de agrotóxicos[35] (pesticidas, fungicidas, desfolhantes dentre outros) e fertilizantes contaminaram também os solos e as águas. A expansão agropecuária foi o fator fundamental para a ocupação do Cerrado em larga escala.

A crescente busca por *superávits* na balança comercial contribui em muito para que ocorressem mudanças ambientais significativas na bacia do

35 Agrotóxico tem sentido amplo, incluindo todos os produtos utilizados nos agroecossistemas para combater pragas, doenças, como também secar as ervas daninhas e ou gramíneas não desejadas dos campos de plantio.

rio Piedade e também no Cerrado. Ao realizar essa comparação tem-se ciência de que o Brasil é um país com alta dependência do setor agropecuário. Ou seja, o aumento nas exportações está diretamente associado ao acréscimo na produção agropecuária, o que demanda dizer que novas áreas deverão ser abertas para que essas metas sejam alcançadas. Novas tecnologias, pelo seu alto custo, ainda não possibilita que ocorra aumento sem devastação de áreas nativas. Haja vista, que novas tecnologias não queiram dizer menor degradação.

Para reduzir o impacto da expansão agrícola sobre o Cerrado, poderia fazer a opção pelo uso dos transgênicos soja e milho. Contudo, os efeitos que essas plantas modificadas podem trazer para esse Bioma podem ser ainda mais devastadores do que substituir a cobertura vegetal natural, isso porque os transgênicos ainda não foram estudados em sua totalidade em ambiente de Cerrado. Apenas para se ter uma idéia dessa situação, basta ver a soja modificada para o Cerrado do Triângulo Mineiro, nas décadas de 1980 e 1990. Naquele período a sua alta produtividade comparada às variedades existentes anteriormente as tornavam uma alternativa viável para se aumentar a produção sem que houvesse a necessidade de devastar novas áreas de Cerrado nativo. Contudo, não foi isso o que ocorreu, pois essas variedades não tinham o mesmo rendimento no Cerrado do Tocantins e Bahia. Ou seja, para ser eficientemente produtiva no Cerrado a soja teve que passar por mais de 400 modificações (melhorias), quase que uma para cada região produtora de soja do país. Outras culturas como o milho e a cana-de-açúcar já ultrapassaram a marca de 200 variedades, ou seja, a soja, o milho, a cana-de-açúcar, o café, feijão, arroz dentre outros, que se cultivava há 20 anos atrás não serve mais como modelo de produtividade, o mercado exige mais e em decorrência disso as políticas econômicas e as novas tecnologias acabam por agravar as mudanças ambientais pela qual a bacia do Piedade e o Cerrado vêm passando.

A importância das atividades agropecuárias para o desenvolvimento econômico do Cerrado, durante toda sua história, é indiscutível, principalmente nas últimas décadas, onde se inseriram a irrigação e o plantio direto como alternativos para atenuar a adversidade climática em algumas culturas de ciclo longo como o café, laranja, cana-de-açúcar, abacaxi e outras culturas de ciclo mais curto, como arroz, feijão, milho, batata, tomate

industrial, ervilha e hortaliças. Porém, um desenvolvimento regional sustentável para o Cerrado não deve ser alheio aos problemas ambientais, sociais e econômicos causados pela inserção de novas tecnologias agrícolas, como produtos transgênicos, plantio direto e irrigação. Conforme mencionado, anteriormente, os problemas ambientais vão desde a contaminação dos canais fluviais e lençol freático, através dos produtos utilizados para eliminar as pragas da lavoura, até a drenagem de canais fluviais visando aumentar a área de plantio na propriedade. Esses problemas desencadearam uma série de fatores, tais como compactação, esgotamento e erosão dos solos.

Pelo que observa-se as mudanças ambientais na bacia do rio Piedade trás consigo outra variante, que é a problemática social. Essa dicotomia é oriunda da não preocupação que esses programas e projetos têm de valorizar o incremento tecnológico, esquecendo, muitas das vezes, que ele é inacessível à maioria dos proprietários rurais da bacia do rio Piedade, e da região de entorno dessa bacia, como do Cerrado como um todo. E isso ocorre pelo simples fato dos mesmos não terem acesso aos recursos financeiros disponibilizados a um outro tipo de produtor os quais são poucos ou inexistentes nestes locais.

A conseqüência de atitudes como esta é conduzir proprietários grandes, médios e pequenos a tentar se emparelhar com aqueles que foram ou são beneficiados pelos recursos dos grandes projetos e programas estatais ou privados, implementados em algumas regiões do Cerrado brasileiro. Esta tentativa de equiparação social e econômica se dá através da vendas de bens (máquinas e animais), terras (parte da propriedade) ou através de financiamentos que muitas vezes, por causa das altas taxas de juros, tornam-se impagáveis. A saída encontrada por essas pessoas, na tentativa de saldar suas dívidas, tem sido vender tudo que têm, e terminam engrossando o crescimento urbano das cidades da região e também a fila dos desempregados, por não estarem preparados para o tipo de trabalho existente nos centros urbanos. Na bacia hidrográfica do rio Piedade é comum os produtores arrendarem suas terras para as usinas de cana-de-açúcar e álcool, empresas de *agribusiness* e grandes agricultores. O *agribusiness* na bacia do Piedade, esta diretamente relacionada às chamadas “parcerias” entre empresas como a Sadia que fornece os bens necessários e assistência técnica para o proprietário rural iniciar uma

criação de suínos, frangos ou perus não podendo vender o produto final a mais ninguém a não ser a própria Sadia.

Apesar dos problemas apresentados, as atividades agropecuárias no Cerrado decolaram e alavancaram um crescimento econômico de muitas regiões, inclusive da Bacia do Rio Piedade, dentro desse ecossistema. São também essas atividades as responsáveis pela inserção da região do Triângulo Mineiro na economia agrícola regional, estadual, nacional e mundial. Contudo, a manutenção econômica do *agribusiness*, ocasionada por esta modernização agrícola e aliada ao plantio direto e à irrigação, veio acompanhada no médio e longo prazo de problemas ambientais sérios. Problemas estes decorrentes de falhas na hora do planejamento desses empreendimentos. Porém, pensar um desenvolvimento rural sustentável para o Cerrado não é uma tarefa impossível, tendo em vista a possibilidade de se planejarem projetos e programas que envolvam todas as comunidades existentes dentro desse ecossistema e que se encaixem no contexto dessas metas e propostas.

Alguns exemplos de uma avaliação errônea são propiciados pela ausência de informações, escassez de capital disponível (situação comum em países em desenvolvimento, como o Brasil), falta de apoio tecnológico, incapacidade para buscar recursos financeiros e inexistência ou deficiência de infra-estrutura física.

### 4.2.4 Processos de Ocupação

Ao buscar compreender os processos de ocupação da Bacia do Rio Piedade é fundamental estabelecer diretrizes para que haja um manejo do solo da bacia hidrográfica, além de uma análise dos aspectos ambientais, culturais e sociais que extrapolam seus limites, pois são estes elementos que podem demonstrar a existência ou não de mudanças ambientais na bacia e no seu entorno.

Para os governos militares, a ocupação dos vazios do território nacional não era só um desafio, era também uma meta a ser cumprida em um espaço de tempo muito curto, segundo estava estabelecido nos PNDs[36], e para isto o Cerrado se apresentava como a saída mais imediata, pois havia aí a possibilidade de construir uma nova fronteira agrícola para o país e, de certa forma, amenizar os conflitos pela terra existentes nas regiões produtoras de grãos e carne – leia-se Sul e Sudeste. A ocupação do Cerrado, portanto, estava contribuindo para que as metas dos governos militares fossem atingidas.

A década de 1970 ainda traz consigo conflitos contra a orientação dos governos militares. Para resolver essa situação, os militares haviam criado programas e atos institucionais visando abafar esses conflitos e demonstrar à população que o Brasil seria, até o final da década, a 5ª potência econômico/militar do mundo. Esses programas somente vão ocorrer a partir de 1972, com a instituição do I PND, onde estão estabelecidas as metas de...

> "Criação de estruturas mais eficientes para comercializar e distribuir produtos agrícolas, construindo o sistema nacional de Centrais de Abastecimento; Desenvolvimento da empresa agrícola, para criar agricultura organizada à base de métodos modernos de produção e comercialização" (BRASIL: 1971, 23).

No II PND, a estratégia governamental para o setor agropecuário mereceu maior atenção, tendo em vista que esses produtos eram de suma importância para a formação de um PIB (Produto Interno Bruto) capaz de manter os preços baixos no mercado interno e competir com os produtos internacionais. Isto também poderia, na visão do Governo Federal, propiciar uma renda maior ao agricultor, bem como melhorar o padrão de vida do trabalhador rural, evitando assim o êxodo rural e também possibilitando gerar excedentes para exportação. Para o Governo Federal da época, isto "Significa, de outro lado, efetivar a vocação do Brasil como supridor mundial de alimentos, matérias-primas agrícolas e produtos industrializados" (BRASIL: 1974, 41).

Desde os meados dos anos de 1950, época da construção de Brasília – DF, a produção agrícola em algumas áreas do Cerrado, e em especial no Triângulo Mineiro, tem sido planejada visando a uma utilização de recursos naturais locais (minerais, hídricos e vegetais) no sentido de expandir a produção

36 - Plano Nacional de Desenvolvimento

agrícola e aumentar a produtividade. Se esses objetivos fossem alcançados, e em parte foram, toda a região do Cerrado poderia integrar definitivamente o território nacional, através de seu progresso científico e tecnológico.

> "(...) na década de 50 a crise econômica dos países do «Terceiro Mundo» mostrou que o progresso não era uma virtude natural que todos os sistemas econômicos e todas as sociedades humanas possuíam. Na verdade este termo corresponde a uma situação histórica particular das sociedades industriais". ALMEIDA: 2001.

Todavia, acreditando em um desenvolvimento progressista e integrador que o Cerrado poderia propiciar ao Brasil, o Governo Federal buscou, através de investimentos pesados, tornarem apta uma região que desde o século XVI era vista como uma área marginal à atividade agrícola tradicional.

Porém, quando se busca analisar se a agricultura implantada na região, da bacia hidrográfica do rio Piedade e porque não dizer do Triângulo Mineiro, tem propiciado uma sustentabilidade ambiental, econômica e social, não se pode esquecer dos projetos como o POLOCENTRO[37] (Programa de cunho estatal que objetivava não somente implementar a agricultura no Cerrado, mas, também, o melhoramento genético das pastagens e da atividade pecuária, foi o principal programa de ação regional do II PND) que investiu cerca de US$ 248 milhões, no período compreendido entre 1975 - 1984. Esses investimentos foram aplicados na construção de silos para estoque da safra agrícola, pesquisas de melhoramento genético em sementes e animais, implantação de rodovias e ferrovias, redes de energia elétrica, exploração de calcáreo e implantação de reflorestamentos. Todavia, nenhum recurso fora destinado aos cuidados com o meio ambiente do Cerrado, onde estas atividades estavam sendo implementadas.

> "Apesar das restrições edáficas e hídricas, graças aos resultados para manejo de solos através de calagem, adubação e irrigação, e à boa topografia e textura, baixo custo da terra, boa rede de estradas e proximidade dos centros consumidores, os Cerrados se transformaram nas duas últimas décadas na nova fronteira agrícola do país, a ponto de o Cerrado já ser hoje uma das maiores regiões produtoras de grãos do Brasil e ser reconhecido como a última grande fronteira agrícola do mundo" DIAS: 1996.

---

37 - POLOCENTRO - fazia parte do PIN (Programa de Integração Nacional) e foi implantado na década de 70, principalmente nos Cerrados de Minas Gerais e Goiás.

O Governo Federal foi, principalmente através do POLOCENTRO, o agente financiador dessa ocupação planejada, mas não sustentada, do Triângulo Mineiro. Nessa região foram selecionados alguns municípios para serem modelos nacionais de desenvolvimento agrícola no Cerrado. Entretanto, por falta da escolha de um agrupamento de propriedades em um único município, esta pretensa realidade não se concretizou no POLOCENTRO; porém, no PRODECER[38] I, essas expectativas se concretizaram nos municípios de Iraí de Minas, Romaria e Indianópolis, na mesorregião do Triangulo Mineiro e Alto Paranaíba. Sob a orientação dos tecnocratas de Brasília, o Cerrado foi intensamente modificado e incrementado na sua produção agropecuária sem, no entanto, condicionar-se este incremento ao controle da erosão dos solos, da drenagem de nascentes, da exploração descontrolada dos mananciais hídricos, por exemplo.

Apesar de todas as divergências que envolvem os projetos governamentais, da época do regime militar, deve admitir, sem sombra de dúvidas que os mesmos atingiram seus objetivos de transformar a região do Cerrado no celeiro do Brasil. Dessa forma, pode-se dizer que a sustentabilidade política e econômica desses projetos foram alcançadas, ao se considerar que a associação da agricultura com outras atividades criatórias, como a pecuária, aves e suínos provocou um incremento considerável na região do Triangulo Mineiro, tanto no que tange à qualidade quanto à produtividade dessas atividades.

O Brasil, em pouco menos de meio século, se transformou em uma potência mundial, no que tange a produção de carne e genética bovina. Um bom exemplo disto é o caso do gado Zebu, originário da Índia. Esses animais, tidos como de baixo padrão na produção de carne e leite, são muito bem adaptados às rústicas condições ambientais do Planalto do Decan, na Índia, que, aliás, se assemelham, em alguns aspectos, às do Cerrado brasileiro e, mais especificamente, do Triângulo Mineiro.

---

38 - O PRODECER (Programa Nipo-Brasileiro de Desenvolvimento Agrícola da Região dos Cerrados) - teve sua primeira etapa implantada no início dos anos 80 nos municípios de Irai de Minas, Coromandel e Paracatu em Minas Gerais, na região do Alto Paranaíba e posteriormente, em 1985, a segunda fase também implantada na região de Paracatu no meio oeste mineiro. Atualmente, este programa já está em sua terceira fase, abrangendo os Cerrados do norte do Estado do Tocantins e sul do Maranhão. O PRODECER é financiado pelo governo brasileiro e japonês.

Através de uma busca incessante, que objetivava uma melhora no padrão genético do rebanho brasileiro e conseqüentemente uma possibilidade de aumentar os ganhos com a criação de bovinos, a iniciativa privada e o Estado brasileiro investiram em pesquisas para aprimorar o padrão genético do gado Nelore (outra raça oriunda da região de Nellore, na Índia), tornando-o um animal precoce[39]. O Nelore tem uma excelente produção de carne e leite e é um animal reconhecido internacionalmente, por sua carne ser produzida de forma ecologicamente correta, ou seja, é um animal criado totalmente a pasto e sem o uso de ração animal e hormônios, o chamado "Boi Verde".

O melhoramento do Zebu e do Nelore transformou-os em uma fonte de alimentos capaz de suprir a carência nutricional de boa parte da população do país, através da contribuição para a redução do preço da carne. Os investimentos públicos aplicados através da EMBRAPA, EPAMIG (no caso de Minas Gerais), EMATER e universidades públicas e privadas possibilitaram a façanha de transformar um animal quase sem nenhum valor comercial numa fonte altíssima de proteínas e em capital. Entretanto, o retorno desses resultados às comunidades envolvidas ou abrangidas por esses projetos tem sido quase que imperceptível, ou seja, o bolo cresceu, mas não houve uma repartição dos dividendos obtidos com o capital de todos.

Apesar do que foi supra mencionado, o uso do termo desenvolvimento sustentável não pode e não deve ser aplicado ao tipo de atividade econômica que existe no Cerrado, e muito menos na bacia hidrográfica do rio Piedade. Isto porque não existe um envolvimento da sociedade como um todo nesse processo e sequer um desenvolvimento econômico que possibilite atingir uma sustentabilidade em nível regional. Ao avaliar os impactos sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos decorrentes da execução da modernização pecuária no Cerrado detectou-se haver uma carência de alternativas que permitam estabelecer uma conexão que conduza a um desenvolvimento sustentável que atinja as comunidades situadas nessas áreas.

---

39 - Um novilho Nelore, normalmente, atinge o peso para abate aos 60 meses. O melhoramento genético reduziu esse período em 36 meses, ou seja, este animal chega para abate aos 24 meses. No máximo esse período atinge os 30 meses.

Porém, para que essas comunidades tenham conhecimento dos impactos causados pela implantação de projetos agropecuários, como o PADAP (Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba), POLOCENTRO e o PRODECER, os seus impactos devem ser avaliados obedecendo aos parâmetros que definem o conceito de sustentabilidade estabelecido pelo relatório Brundtland (CMMAD: 1988), já mencionado neste trabalho.

Avaliar a ocupação do Cerrado a partir de programas de assentamentos dirigidos pelo Estado Brasileiro é algo relativamente complexo, tendo em vista que foram esses projetos, associados aos intensos investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias adaptadas ou criadas, que permitiram o surgimento de uma agropecuária produtiva, competitiva e integradora do território nacional. Este desenvolvimento não tem sido, contudo, uniforme, nem ao nível da região do Cerrado, nem ao nível de um mesmo município. A existência de regiões, mais desenvolvidas econômica, social e ambientalmente do que outras, dentro de alguns municípios que são favorecidos por esses projetos agropecuários, é conseqüência de vários fatores, dentre os quais podem ser citadas as condições naturais, como solos, topografias, rede de drenagem, condições climáticas, etc., e a variável antrópica, que modifica o ambiente através de infra-estruturas básicas como rodovias, ferrovias, armazéns, etc.

Dessa forma, se estes projetos buscavam reduzir as disparidades regionais e as desigualdades sociais, que poderiam culminar em uma sustentabilidade para toda essa região, só pode-se concordar com SACHS: (2000), de que “Não há desenvolvimento sem sustentabilidade; não há sustentabilidade sem desenvolvimento”, ou seja, para ele não basta apenas obter lucros através de um crescimento econômico que poderá promover uma concentração agropecuária, industrial, urbana ou populacional. É necessário, antes de qualquer coisa, planejar, manter uma monitoração contínua dos resultados obtidos após a implantação e aceitar que podem ter ocorrido falhas durante o planejamento. Falhas que podem determinar a diferença entre um projeto sustentável e um não sustentável.

Conseqüentemente, a adoção da análise dos riscos associados ao projeto poderá prever possíveis falhas futuras. Se, por exemplo, for um projeto pioneiro, como foi o caso do PADAP, POLOCENTRO e PRODECER, o

risco inerente à inexistência de precedentes históricos existe. Nesse caso, surgirá a necessidade de se considerar, na avaliação da elegibilidade, o custo de transação sobre projetos não necessariamente pioneiros, porém com pouca implementação local. Procedimentos desta natureza já são conhecidos há muitos anos, mas há a necessidade de esforços para a sua implementação no cotidiano das pessoas que culturalmente e estruturalmente não são favorecidas por esta prática, por estarem fora dessa realidade. Portanto, a contribuição para a melhoria da sustentabilidade regional deve ser medida a partir da integração do projeto com outras atividades sócio-econômicas da região de implantação.

A política e os controles de utilização da terra são meios críticos de assegurar o desenvolvimento sustentável. Os planos de desenvolvimento das autoridades de planejamento local são as principais ações políticas sobre o uso da terra e podem incluir, nos contextos urbanos e rurais apropriados, objetivos de desenvolvimento sustentável, tendo em vista a apropriação da terra para usos particulares, a renovação de áreas obsoletas, o fornecimento de serviços ambientais e a preservação de comodidades, incluindo os ambientes construídos, as características naturais e as paisagens de qualidade.

Apesar de as autoridades planejadoras terem extensa experiência no exercício do planejamento e desenvolvimento de funções ambientais e de controle, dentro do código de planejamento, essas ações afetam diretamente o desenvolvimento, de acordo com os códigos de poluição da água e do ar. Essas políticas de desenvolvimento e de estabelecimento devem levantar questões políticas que podem, em um contexto de sustentabilidade, concretizar ou inviabilizar esses planejamentos. Esses questionamentos, por exemplo, envolvem re-zoneamentos adjacentes a áreas urbanas, preocupações locais acerca da instalação de indústrias particulares, padrões de estabelecimento rural, exploração de recursos minerais e impactos do desenvolvimento da agricultura, do turismo e da aqüicultura na paisagem e nos recursos naturais.

Acredita-se que o Estado, como planejador do ambiente, careça de estar preparado para ser um guia determinador de como utilizar a terra em paralelo com a preparação de uma estratégia de desenvolvimento sustentável regional. Nesse meio tempo, os planejadores podem ter a necessidade de rever os seus planos de desenvolvimento, como parte do seu trabalho em direção a

uma meta no sentido de assegurar que as políticas de planejamento e de desenvolvimento sejam completamente consistentes com os objetivos da sustentabilidade ambiental. As autoridades regionais, por sua vez, podem considerar adicionalmente a sustentabilidade regional como uma questão relevante na avaliação da consistência dos planos de desenvolvimento, com o objetivo de desenvolvimento total das suas regiões.

A primeira atividade que aportou nesses ambientes foi o reflorestamento, por volta de 1979, quando no Triângulo Mineiro, chegou a ocupar 55.719 ha de chapadas, contrariando a resolução do antigo IBDF, a qual atestava que as áreas com declividade inferior a 12% e solos profundos, não poderiam ser utilizadas para reflorestamento, pois eram consideradas terras aptas à implantação da agricultura, mas como não havia ainda tecnologia capaz de fazer essas áreas ser viáveis a agricultura. No Cerrado de Minas Gerais e Goiás, esta ocupação foi iniciada, moderadamente, por volta da década de 1950, acentuou-se nas décadas de 70 e 80, com o incremento de projetos como o POLOCENTRO e o PRODECER.

Tendo em vista a situação pelas quais o Cerrado tem passado nos últimos 40 anos, é importante salientar que "(...) O Brasil é um caso único entre todos os grandes países do globo. (...) Representa ele a última grande reserva de terras disponíveis do mundo ocidental, e assume, do ponto de vista puramente espacial, uma posição semelhante à que tinha os Estados Unidos há 150 anos atrás" (WAIBEL, 1979). Dentro deste enfoque, o Cerrado se constitui, segundo dados de EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1994), na maior extensão de terras disponíveis para a agricultura do planeta. Esta região é responsável por 25% dos cereais e 40% da produção de toda a carne de bovinos, suínos e aves do Brasil, sendo também, considerada, pela EMBRAPA\CPAC, como a última grande fronteira agrícola do país fora à região amazônica.

Não se deve, desconsiderar uma outra função determinada pelos projetos estatais e privados atribuídos ao Bioma Cerrado. Ao cominar aos Cerrado o papel de ambiente propício a geração de energia hidroelétrica, esses projetos fadaram os rios de Cerrado a tornarem enormes lagos artificiais. Essa é uma realidade que atinge os grandes rios do entorno da bacia hidrográfica do rio Piedade, conforme pode ser observado na figura 17. Esses grandes projetos

como é o caso das grandes usinas hidrelétricas têm contribuído para que os benefícios da energia elétrica cheguem a milhões de lares em todo o país, além de permitir que haja o crescimento dos setores primário, secundário e terciário. Entretanto, a outra face dessa realidade também precisa ser verificada, pois onde essa energia elétrica é gerada faz-se necessária a construção de barramento de rios, que muitas vezes afetam milhares de pessoas ao longo dos locais onde vão ser formados os reservatórios dessas usinas, acabam por perder não só suas terras, mas, também, toda a sua riqueza étnica e cultural que em alguns casos ultrapassam séculos.

Olhando por este ângulo pode-se dizer que a ocupação do Cerrado, na região do Triângulo Mineiro, está aliada à degradação e a impactos ambientais que podem romper o equilíbrio desse ecossistema tanto em nível ambiental como social. Para entendermos como se dá este rompimento é necessário que saibamos entender porque o Cerrado deve ser utilizado de maneira racional e sustentável.

Essa dicotomia existente entre desenvolvimento e ambiente é bastante complexa tendo em vista que e necessário compreender que todo esse dilema faz parte de "(...) um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas" (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - 1988). Dessa forma, acreditamos que é necessário verificar o atual quadro de ocupação pelo qual o Cerrado da bacia hidrográfica do rio Piedade, no Triângulo Mineiro e, em especial, da região das chapadas, estão passando e, também, para que subsídios possam ser adequados para auxiliar na elaboração de políticas menos agressiva ao ambiente do Cerrado ou que se cumpra as poucas que existem.

O processo de ocupação e degradação do Cerrado, realizado tanto pela secular atividade pecuária e, mais recentemente, pela agricultura, tem causado tantos danos a esse meio ambiente que em alguns locais já é irreversível o processo de degradação. Entretanto, isso não quer dizer que o processo de ocupação tenha que ser suspenso. Longe disto, o que deve ser feito é apenas direcionar mais estudos, pesquisas e políticas para o Cerrado tentando, dessa forma, impedir que este grande complexo vegetacional seja

simplesmente substituído por projetos agropecuários como tem sido feito há mais de um século.

Acreditamos, todavia, que no contexto atual da bacia hidrográfica do rio Piedade é preciso viabilizar programas de pesquisas que orientem os estudos das paisagens que compõem a bacia e, também, da dinâmica hidrológica em áreas de nascentes. A tabela 8, referente ao ponto de coleta e análise do rio Piedade, situada na PCH (Pequena Central Hidrelétrica) Santa Luzia da CEMIG (Figura 32) situada na Cidade de Centralina (MG) nas coordenadas 18º 33’ 39” de latitude sul e 49º11’ 35” de longitude Oeste à uma altitude de 499 m mostra a situação mencionada. Nesta tabela para uma série de 15 anos, foi diagnosticado que entre o período chuvoso e o seco, ocorre uma variação muito grande no volume d’água do rio Piedade.

Pelos levantamentos de campo detectou-se que esta variação está diretamente associada a forma pela qual a bacia vem sendo ocupada nos últimos quarenta anos. Anteriormente a este período, os impactos eram menos relevantes, principalmente nas áreas onde se situa as principais nascentes do rio Piedade. Com o advento da revolução verde e a entrada em funcionamento do Programa Nacional do Álcool Combustível nos anos de 1970, as lavouras de cana-de-açúcar até então pouca expressivas na região, sofrem um aumento significativo. As pequenas lavouras, principalmente, arroz, feijão, abacaxi e milho vão gradativamente sendo substituídas pela *plantation* de cana. O impacto dessa substituição sobre o volume de água nos canais fluviais é marcante, pois a água passa desde a entrada da agricultura mecanizada aos dias atuais a ter uma cor mais avermelhada no baixo e médio curso e tons mais amarelados no alto curso e somente nas nascentes é que as águas têm um aspecto mais cristalino tendendo ao incolor.

**Figura 31** – Usina Santa Luzia, nota-se a cor amarronzada da água na entrada da turbina e ao fundo a última cachoeira do rio Piedade, antes de desaguar no rio Paranaíba.

**Tabela 8** – CEMIG - Balanço hídrico da PCH (Pequena Central Hidrelétrica) Santa Luzia no Rio Piedade.

| Ano | T º C | P (mm) | ET0 (mm) | 125 mm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ETR (mm) | DEF (mm) | EXC (mm) |
| Jan | 24,7 | 268,3 | 124,4 | 124,4 | 0 | 143,9 |
| Fev | 25 | 168,8 | 112,5 | 112,5 | 0 | 56,3 |
| Mar | 25 | 153,5 | 119,7 | 119,7 | 0 | 33,8 |
| Abr | 23,8 | 77,9 | 95,9 | 94,7 | 1,2 | 0 |
| Mai | 21,6 | 27,9 | 72,9 | 60,6 | 12,3 | 0 |
| Jun | 20,2 | 11,4 | 56,9 | 34,4 | 22,5 | 0 |
| Jul | 20,2 | 11,6 | 58,9 | 28,2 | 30,7 | 0 |
| Ago | 22,6 | 13,7 | 85 | 29,3 | 55,7 | 0 |
| Set | 24,4 | 42,2 | 106,2 | 50,3 | 55,9 | 0 |
| Out | 25,1 | 130,4 | 124,9 | 124,9 | 0 | 0 |
| Nov | 24,9 | 224,7 | 122,2 | 122,2 | 0 | 0 |
| Dez | 24,6 | 273,5 | 123,4 | 123,4 | 0 | 145,3 |
| Anual | 23,5 | 1403,9 | 1202,9 | 1024,6 | 178,3 | 379,3 |

**Legenda**

**T** – Temperatura Média Mensal (°C)
**P** – Precipitação ou Chuva (mm)
**ET0** – Evapotranspiração de Referência(mm)
**ETR** – Evapotranspiração Real (mm)
**DEF** – Deficiência de água (mm)
**EXC** – Excesso de água (mm)

Os dados da tabela 8 se referem, apenas, aos últimos quinze anos de medições, mas os trabalhos de campo e o prévio conhecimento da área desde os anos de 1970, nos permitiram realizar uma comparação tendo como referencia as colocações de alguns moradores, que residiam na área da bacia do Piedade. Foi nesse período, década de 1970, que se iniciou a substituição das atividades ligadas a pequena produção familiar. Todavia, a ocupação do Cerrado da bacia hidrográfica do rio Piedade se deu a partir do esforço e de dispêndios do Estado para preparar o Cerrado e concomitantemente esta parcela do território, visando a desenvolver atividades agrícolas baseadas nas grandes lavouras monocultoras.

Apesar dos intensivos êxodos rurais ocorridos a partir de 1950 em direção aos centros urbanos, recentemente temos uma migração dos grandes centros urbanos para pequenas cidades encravadas no meio das mega atividades agropecuárias, a exemplo disso estão Araporã (MG) e Tupaciguara (MG). Esse processo é explicado pelo surgimento junto a essas pequenas cidades de empresas ligadas ao agronegócio como as indústrias esmagadoras de soja, milho, beneficiamento de café, moagem de cana-de-açúcar, frigoríficos, dentre outros. Apenas para se ter uma idéia das mudanças temporais oriundas da forma pela qual o Cerrado foi ocupado, basta ver as alardeadas conquistas impetradas na bacia hidrográfica do rio Piedade, onde houve uma substituição da cobertura vegetal natural por extensas lavouras do trinômio café/milho/soja e pastagens cultivadas com capins alienígenas a esse Bioma.

Outro incremento tecnológico que também tem contribuído para que as mudanças ambientais temporais ocorram de forma mais intensa na bacia do Piedade, são os produtos da engenharia genética como é o caso do boi, frango, peru e porco. Com exceção do boi que necessita de grandes extensões para ser criado, caso não esteja confinado, os animais de granja precisam de pouco espaço. Todavia, os rejeitos de comida, fezes e urina normalmente são depositados em lagoas de decantação ou em pilhas de esterco, os quais, durante o período chuvoso são lavados e carreados para as partes mais baixas do relevo contaminando os canais fluviais com estrumes ou o lençol pelo chorume que se infiltra pelos fundos das lagoas de decantação. As mudanças nessas atividades criatórias provocaram alteração significativa tanto no meio ambiente como também na rapidez em que esse produto chega ao mercado consumidor. Um bom exemplo disso é a chamada revolução

aviária onde em 1970, eram necessários 70 dias para o crescimento e engorda de um frango de corte que consumia cerca de 2,0 kg de ração para 1,0 kg de ganho de peso, sendo que 80% do peso vivo poderiam ser considerados comestíveis. Atualmente, um frango de corte fica pronto para o abate com 2,40 kg de peso vivo, entre 35 a 42 dias com conversão alimentar de 1,80 kg de ração/kg de ganho de peso. Entre a postura e o abate um frango leva ao todo de 56 a 63 dias para ficar pronto, o impacto dessa alteração se traduz em maiores áreas para produzir alimento para manter essa "revolução tecnológica" produzindo e se reproduzindo.

Essa diminuição no tempo para que um frango de corte estivesse pronto para o abate permitiu que os custos de produção baixassem de forma a tornar o preço final do produto competitivo tanto no mercado externo quanto interno. Em outras palavras, o abate e a comercialização em grande escala de aves, fizeram com que o frango e os ovos brasileiros ficassem mais baratos, permitindo à população aumentar o seu consumo. Segundo a ABEF (Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango) em 2005, o Brasil exportou 2,4 milhões de toneladas de carne de frango congelada, desbancando os Estados Unidos, e no ano de 2006 as vendas até agosto já somavam 1,8 milhão de toneladas, com receita de US$ 2,2 bilhões.

### 4.2.5 Mudanças Ambientais

Identificar a ocorrência de Mudanças Ambientais oriundas de transformações no meio ambiente natural de uma bacia hidrográfica nem sempre é claro e fácil de ser percebido. Algumas evidências experimentais anteriores as análises realizadas em laboratório e até mesmo em campo, podem ser bastante úteis neste processo. Através de algumas interações observadas no laboratório, a percepção das evidências, análise e discussão dos resultados obtidos, é que podem ser esclarecidas possíveis dúvidas e construir conceitos para aplicá-los em outras situações. As atividades desenvolvidas em laboratório envolveram a digitalização dos limites da bacia hidrográfica do rio Piedade, bem como da rede de drenagem existente. Também a interpretação das imagens de satélite permitiram avaliar a extensão

da degradação da vegetação natural dessa bacia nos últimos 33 anos de análise, pela ação antrópica.

Outro mapeamento realizado, para auxiliar na compreensão das formas pela qual a bacia foi ocupada, envolve o estudo da Geologia (figura 33), Mapa da Avaliação do Relevo (Figura 34) e Pedologia (Figura 35). A composição geológica nos permitiu compreender que o substrato rochoso da bacia do Piedade é composto por rochas do Período Cenozóico, Mesozóico e Pré-cambriano entre essas eras geológicas é importante salientar que por pertencer à bacia hidrográfica do rio Paranaíba um dos formadores do rio Paraná, essa bacia apresenta arenitos da formação Bauru, Basalto Serra Geral e Arenito Botucatu de idade Mesozóica. Esses elementos estão associados aos basaltos da formação Araxá datadas do Proterozóico inferior e embasamento granito gnáissico indiviso de idade Arqueozóica. O basalto Serra Geral, do Grupo São Bento, datado do Cretáceo Superior, ocupa o extremo norte e noroeste da bacia, sendo encontrado também exposto pela erosão, ao longo do vale do rio Piedade e do ribeirão Bebedouro.

O relevo da bacia do Piedade ê formado por chapadões e chapadas residuais de topos largos, média de 4 Km de largura, extensos, média de 16 Km de comprimento, quase tabulares, declividade variando entre 0 e 10 % de inclinação, vertentes poucos declivosas, média de 10 a 30 % de inclinação, e vales abertos. Topograficamente, as altitudes tendem a decrescer de 920 (localizada a sudeste, quase no limite de Monte Alegre de Minas com o Município de Uberlândia), na parte mais alta da bacia para 450 metros na porção mais baixa e este desnível ocorre no sentido leste para noroeste, em direção ao vale do Rio Paranaíba.

A atuação de sucessivos ciclos erosivos removeu porções consideráveis da superfície mais elevada, modelada sobre as rochas da Formação Bauru. Hoje os principais remanescentes dessa superfície são encontrados a leste e nordeste, formando grandes interflúvios. O entalhe dessa superfície, a partir dos vales, elaborou uma borda Irregular caracterizada por reentrâncias que correspondem às áreas de dissecação da drenagem, e esporões, que funcionam como pequenos divisores de água. No domínio dos sedimentos terciários, topograficamente mais baixos, a monotonia da paisagem ê quebrada pela ocorrência de testemunhos dessa superfície, mais elevada. Estes formam mesas e mesetas localmente denominadas serras, como as dos Garcia e Brilhante.

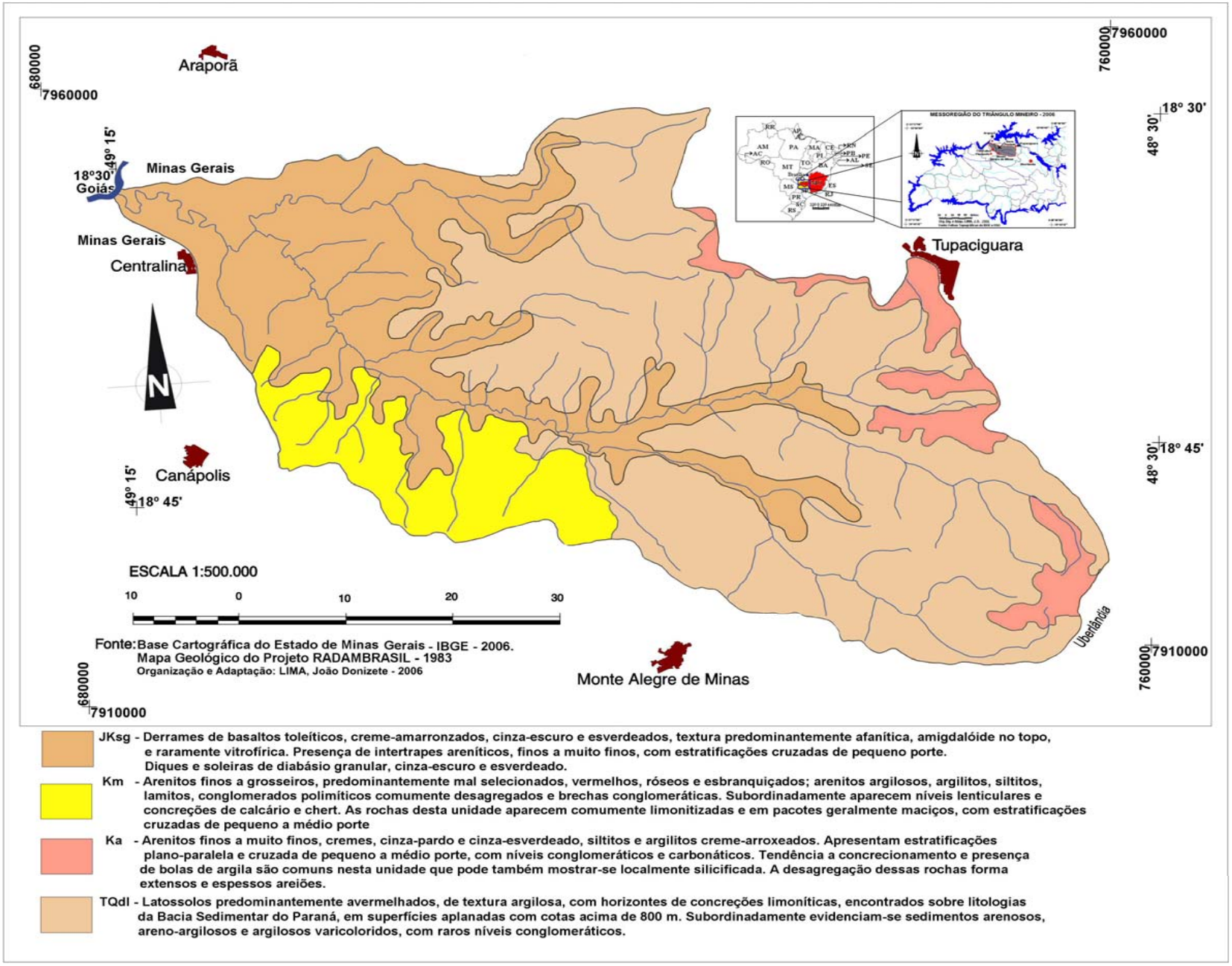


**Figura 33** – Geologia da Bacia do Rio Piedade.

O domínio do relevo modelado nas rochas terciárias, apesar de topograficamente mais baixo do que aquele desenvolvido sobre as rochas da Formação Bauru, apresenta semelhança de feições com este ultimo. As formas características são as chapadas e chapadões. Estes se encontram, no entanto, mais dissecados pela rede de drenagem compondo um relevo ondulado.

O intenso trabalho erosivo acabou expondo o basalto ao longo dos vales principais, onde a drenagem promove o seu entalhe sobre o próprio basalto. Os vales tendem a apresentar feições mais abruptas, formando patamares escalonados com o aspecto de degraus separados por rupturas mais ou menos acentuadas de declive. Ao norte onde a ocorrência do basalto não se restringe aos vales, o relevo apresenta-se como um extenso planalto tabular, coberto por um manto de alteração espessa. As suas bordas, voltadas para os vales, também formam degraus, com rupturas de declives.

A bacia do rio Piedade apresenta ainda um quadro relativamente estável no que se refere à atuação dos processos erosivos e de movimentos de massa. A ocorrência de um relevo predominantemente pouco acidentado, a manutenção de uma cobertura vegetal que, embora intensamente degradada na maior parte das áreas, protege as encostas. Durante décadas a utilização extensiva de técnicas não apropriadas de contenção da erosão, são alguns dos fatores que contribuíram para incrementar os impactos, em geral causados pela má ocupação e uso do solo. Esse uso inadequado está atualmente sobreposto às formações geológicas mais friáveis, presentes nos chapadões e nas colinas suavemente onduladas, ou nas cabeceiras de nascentes de córregos como o Cachoeira e Andorinha. Grande parte dos processos mais acelerados ocorre em áreas que apresentam condicionamentos naturais a sua utilização, como as declividades acentuadas, presentes principalmente ao longo dos vales.

No entanto, mesmo algumas áreas mais estáveis apresentam, hoje, evidências da atuação de certos processos. A erosão em lençol, por exemplo, que provoca a lavagem da porção superficial do solo (incluindo a matéria orgânica) levando ao seu empobrecimento, e encontrada principalmente nas áreas ocupadas pelo reflorestamento de eucalipto e pinus.

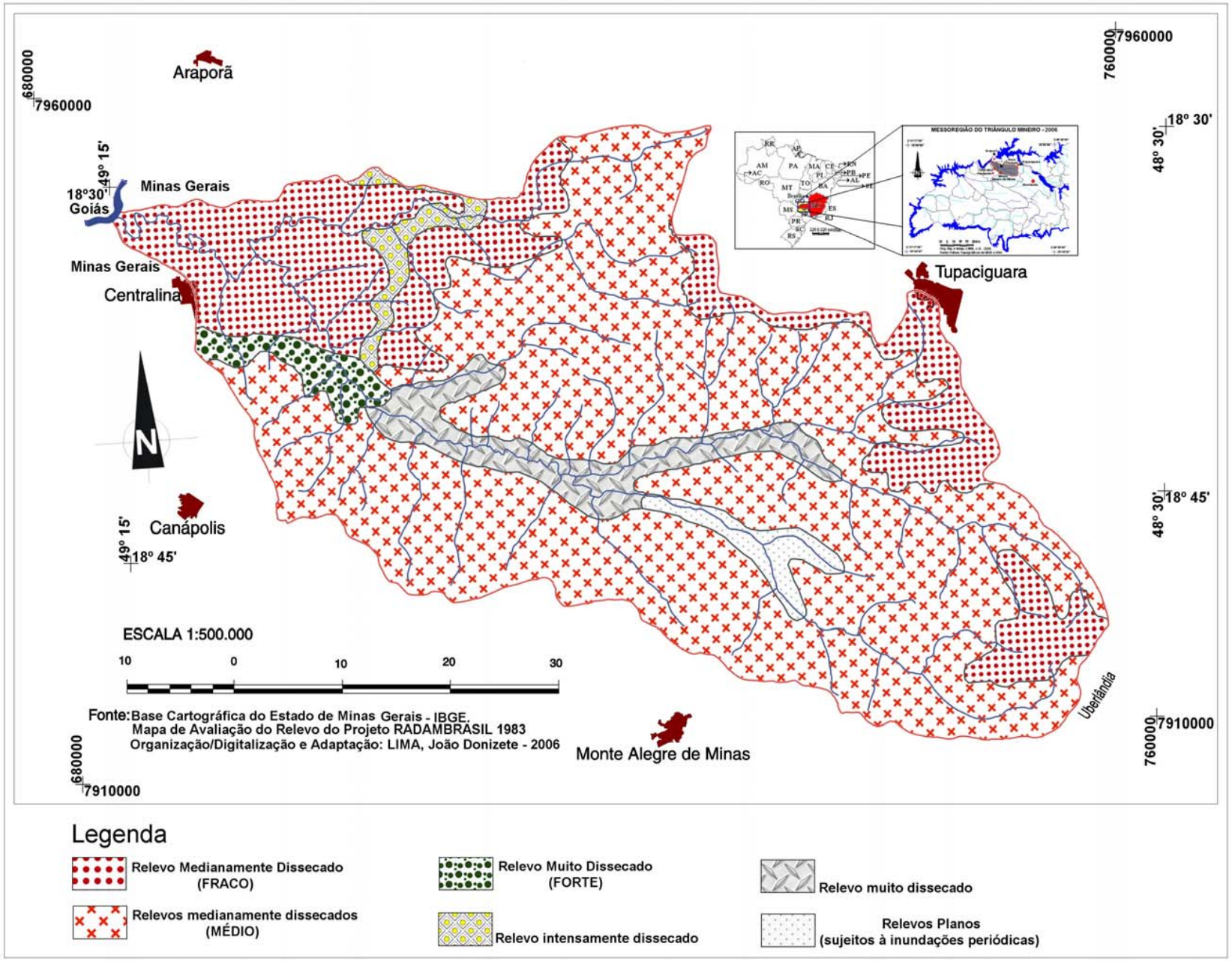


**Figura 34** – Avaliação do Relevo da Bacia do Rio Piedade.

Os sulcos causados pela incisão linear da água de enxurrada ocorrem, em geral, nas baixas vertentes ocupadas por pastagens. As voçorocas, grotas resultantes do voçorocamento (processo de incisão linear da água, acompanhada por deslizamentos laterais dos sulcos), que são feições típicas de erosão acelerada, ocorrem de maneira localizada em algumas vertentes como a do córrego Vertente Grande (a montante) e Olaria, como também dos córregos Cachoeira e Andorinha (na porção norte). Este tipo de processo por não ter sido contido no início culminou em extensas e profundas voçorocas.

Os terracetes (pisoteio) constituem feições de um outro tipo de processo bastante comum nos encostas e patamares mais declivosas voltados para os vales e, em geral, ocupados por pastagens. Os terracetes são formados por lentos e regulares movimentos superficiais do solo, criando pequenos degraus. São áreas típicas da atuação deste processo as vertentes dos rios Piedade, do córrego Bom Vista ou Pântano, Córrego da Vertente e seu afluente Pindaíba, da Onça e Olaria além dos afluentes do córrego Valinhos.

A pedologia da bacia hidrográfica do rio Piedade, conforme mencionado, está estruturada em solos do tipo Latossolos Brunos, Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelo, presentes em ambientes com declividade baixa. Os Argissolos estão localizados em uma pequena mancha na cabeceira do Córrego Andorinha, os Cambissolos Fluvicos, por sua vez, localizam-se desde a confluência dos ribeirões Bebedouro e Pouso Alegre até a passagem do médio para o baixo curso do rio Piedade, além de uma mancha no noroeste da bacia, um pouco acima da foz do Ribeirão Passa-Três com o rio Piedade. Os Neossolos são caracterizados pela presença de termiteiros (cupins, figura 36), considerada como indicadora de solos desgastados e com problema de fertilidade. Estão presentes, principalmente em áreas de Cerrado degradado e pastos sujos, como nos interflúvios do Ribeirão Pouso Alegre e Bebedouro além de toda a porção sudoeste voltada para o município de Canápolis e no sudeste entre o ribeirão Bebedouro e a BR-365.

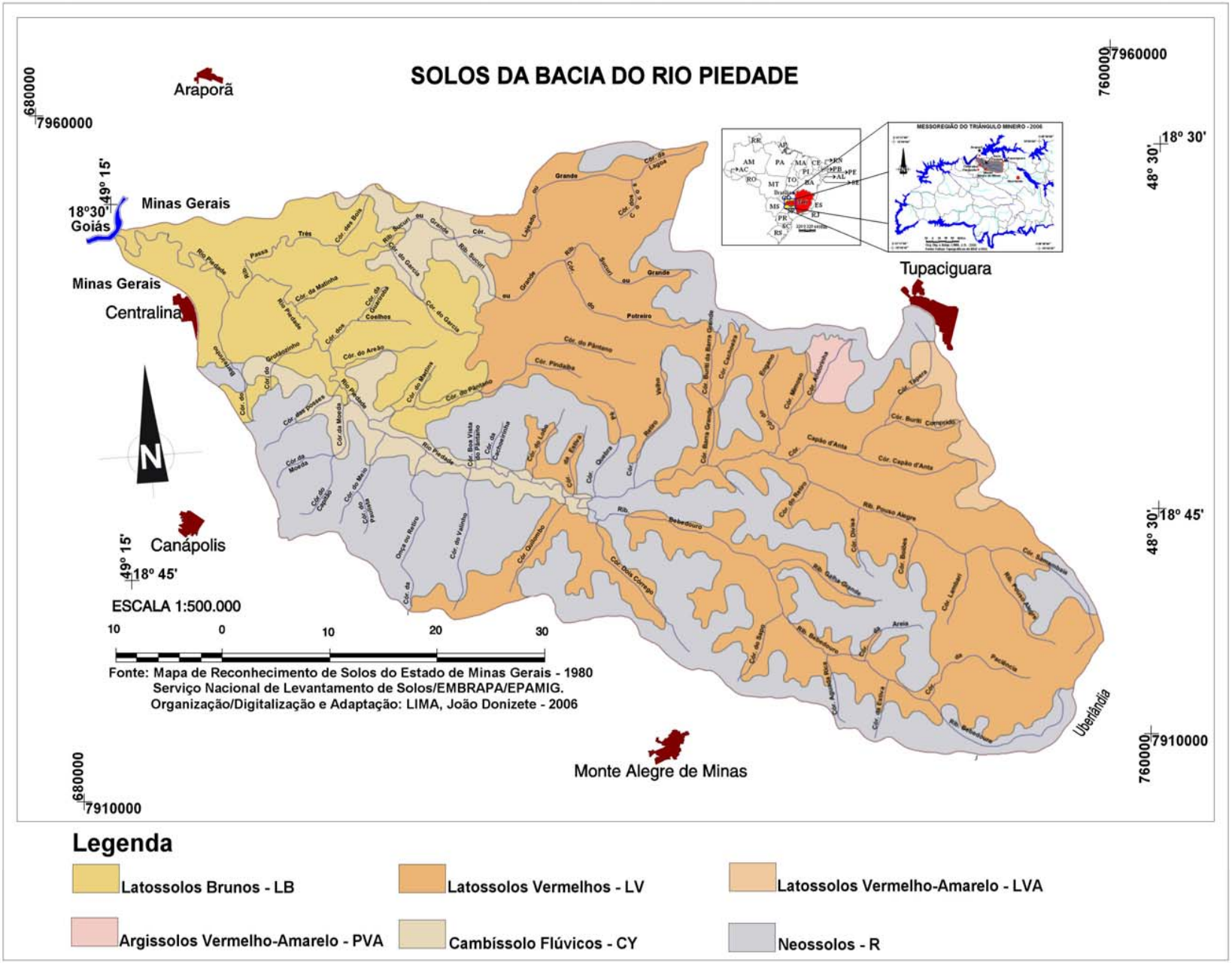


**Figura 35** – Solos da Bacia do Rio Piedade.

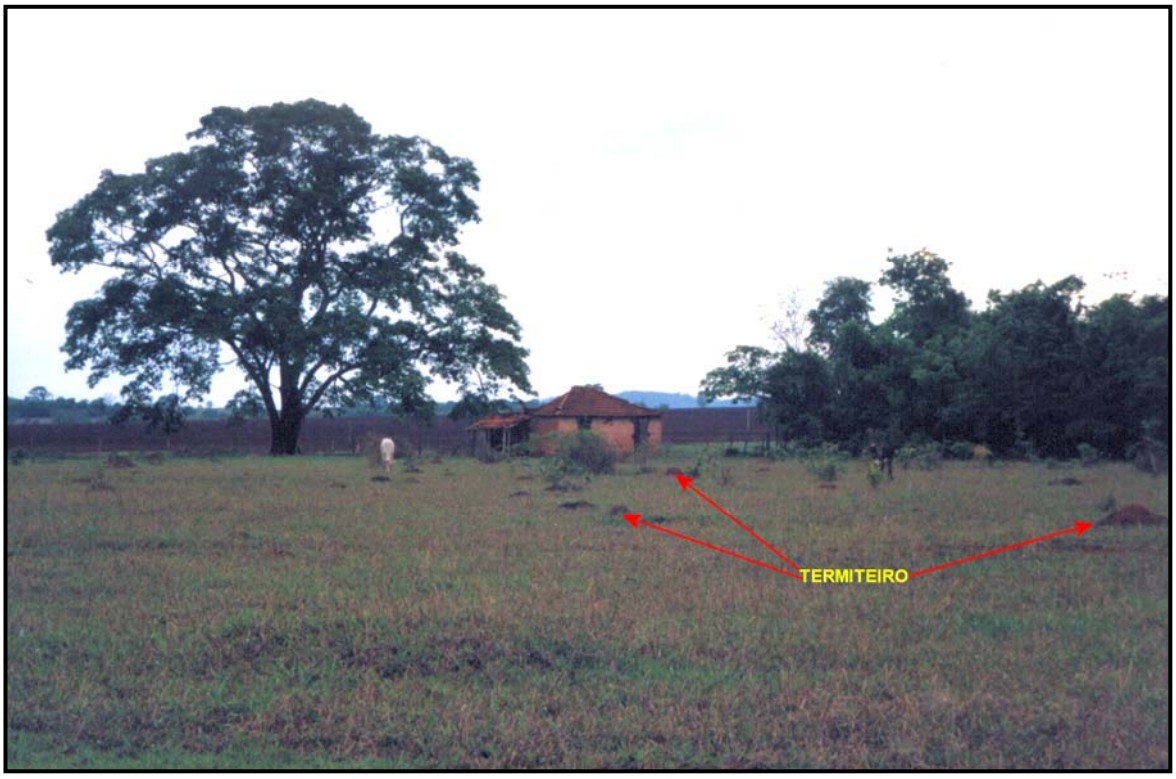


**Figura 36** – Presença de termiteiros em área de pastagens.

Os mapas de uso da terra de 1973 e 2006 (figuras 37 e 38) foram elaborados de forma que as classes temáticas contidas em um fossem as mesmas do outro, pois, isso facilita a comparação sobre a forma como as atividades antrópicas avançaram sobre o ambiente natural.

Conforme pode ser observado nos mapas de uso da terra, o avanço das atividades antrópicas em substituição a vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, foi bastante agressivo e progressivo. Não restando duvidas sobre as mudanças ambientais que ocorreram nessa bacia entre 1973 e 2006. Apenas para se ter um parâmetro da degradação pela qual passou a Bacia do Rio Piedade, basta observar a tabela 9, onde estão descritas as classes, bem como sua área em km e %.

**Tabela 9** – Área e Percentual das Classes do Mapa de Uso da Terra de 1973.

| Nº | Classe (Categoria) | Área (km) | Área (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | Mata/Mata de Galeria e Ciliar/Cerradão | 987,86 | 35,65 |
| 2 | Cerrado | 702,45 | 25,35 |
| 3 | Pastagem | 525,40 | 18,96 |
| 4 | Solo Exposto (Terra Arada/Lavoura recém plantada ou colhida) | 313,40 | 11,31 |
| 5 | Cultura Anual | 131,62 | 4,75 |
| 6 | Cultura Perene (principalmente Café e Laranja) | 37,96 | 1,37 |
| 7 | Queimadas | 28,54 | 1,03 |
| 8 | Reflorestamento (Pinus/Eucalipto/Seringueira) | 25,77 | 0,93 |
| 9 | Água (Rios, Ribeirões, Córregos, Lagos e Represas) | 18,00 | 0,65 |
| ÁREA TOTAL DA BACIA | | 2.771 | **100** |

Analisando o que o reflorestamento perfazia em 1973, não parecia ser uma atividade tão promissora a ajudar a degradar o meio ambiente

dessa bacia, contudo no mapa de Uso da Terra de 2006 da Bacia do Rio Piedade, os reflorestamentos se concentram no alto curso da bacia e já ocupam 2,17% da área total. Deve-se considerar que apesar de não aparecer nos mapeamentos realizados está atividade já foi maior e atualmente boa parte das áreas que eram florestadas com Eucalipto e Pinus cedeu lugar as lavouras de soja e milho, principalmente.

A tabela 10 mostra as classes mapeadas em 2006, bem como seus valores em km e %.

**Tabela 10** – Área e Percentual das Classes do Mapa de Uso da Terra de 2006.

| Nº | Classe (Categoria) | Área (km) | Área (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | Mata/Mata de Galeria e Ciliar/Cerradão | 176,51 | 6,37 |
| 2 | Cerrado | 452,50 | 16,33 |
| 3 | Pastagem | 556,42 | 20,08 |
| 4 | Solo Exposto (Terra Arada/Lavoura recém plantada ou colhida) | 1049,93 | 37,89 |
| 5 | Cultura Anual | 236,37 | 8,53 |
| 6 | Cultura Perene (principalmente Café e Laranja) | 83,41 | 3,01 |
| 7 | Queimadas | 24,11 | 0,87 |
| 8 | Reflorestamento (Pinus/Eucalipto/Seringueira) | 60,13 | 2,17 |
| 9 | Água (Rios, Ribeirões, Córregos, Lagos e Represas) | 131,62 | 4,75 |
| ÁREA TOTAL DA BACIA | | 2771,00 | 100 |

No Uso da Terra de 2006, é interessante observar que a área ocupada pela classe de número 3, abrange mais de 37% da área total da bacia o que demonstra o impacto no ambiente associada à modernização das técnicas de produção agrícola que incrementaram a ocupação das chapadas pelo binômio soja\milho.

O Cerrado ficou praticamente restrito aos fundos de vales e a encosta escarpadas da serra do Brilhante. As culturas perenes que em 1973 ocupavam 1,37% passaram em 2006 a ocupar uma área de 3,01% concentradas, principalmente no alto curso, tendo como predomínio as lavouras de café. A classe Água (Rios, Ribeirões, Córregos, Lagos e Represas), que em 1978 representava 0,65% e praticamente se restringia ao leito dos canais fluviais, em 2006 já aparece com certo destaque ocupando uma área de 4,75% da área total da bacia. Embora os reservatórios que possuem tamanho inferior a 750 m² não apareçam neste mapeamento, contudo é enorme a quantidade de pequenas, médias e grandes represas, especialmente, nos canais fluviais situados no alto e baixo curso da bacia do rio Piedade. O represamento, desses canais fluviais são altamente perniciosos ao ambiente aquático da bacia, porque esses barramentos, as vezes feitos sem critérios técnicos, não vislumbram a possibilidade da iquitiofauna realizar sua migração anual, piracema, para reprodução.

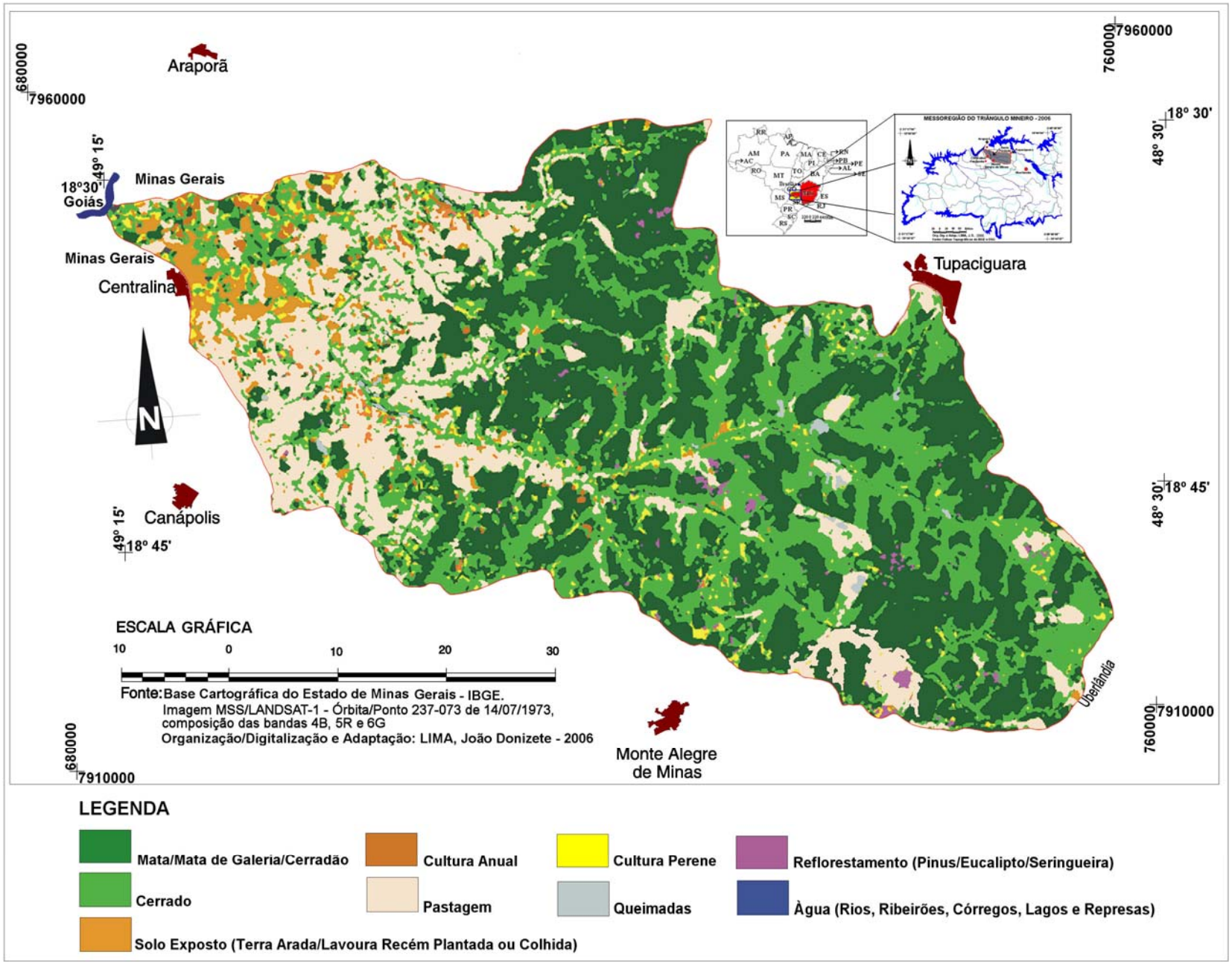


**Figura 37** – Uso da Terra de 1973 da Bacia do Rio Piedade.

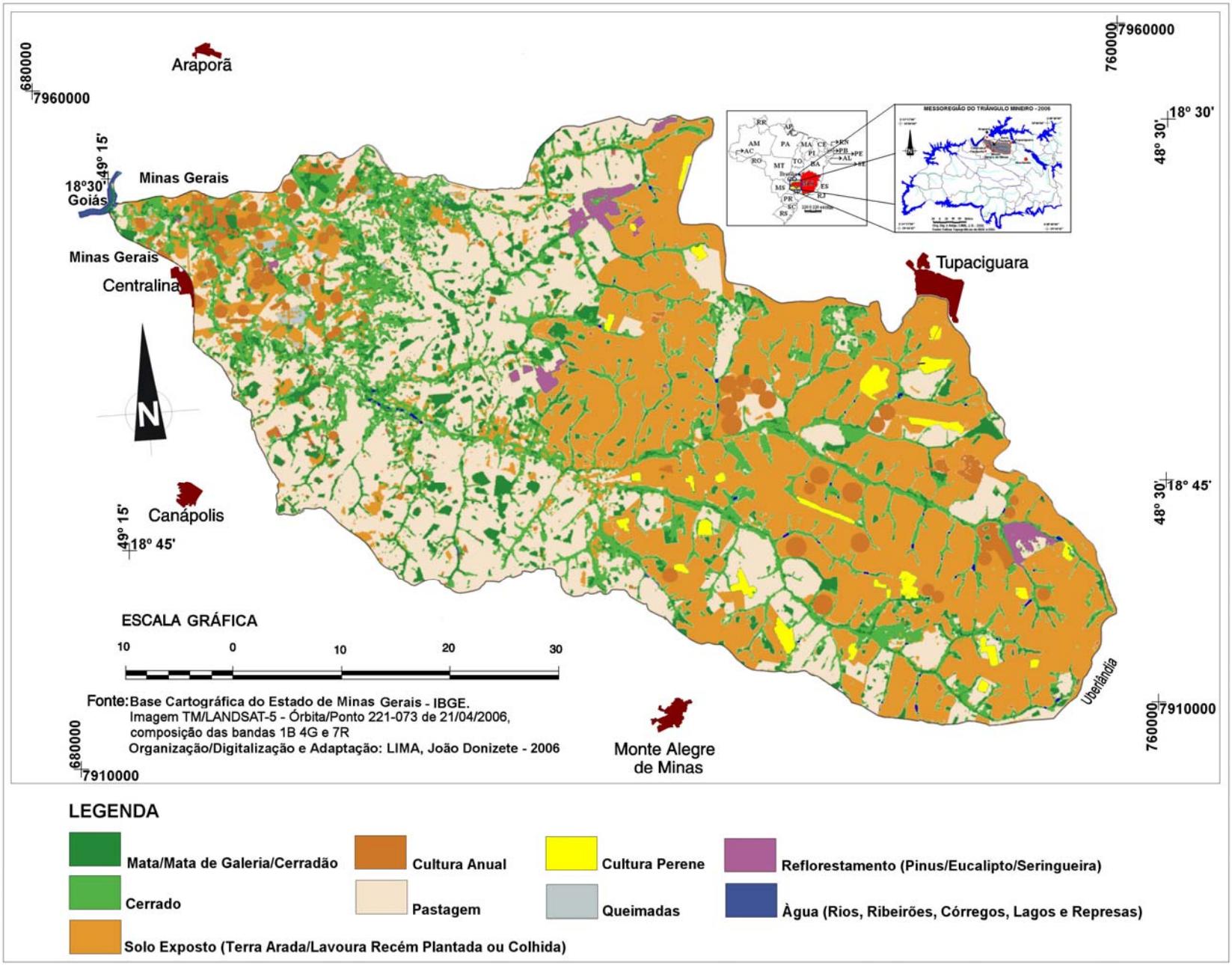


**Figura 38** – Uso da Terra de 2006 da Bacia do Rio Piedade.

A análise detalhada dos mapas obtidos em atividades em campo, laboratório e biblioteca mostraram não haver uma causa única para explicar as mudanças ambientais da bacia do Rio Piedade. As análises de água, oito amostras, demonstraram não haver contaminação química nenhuma que possa ser detectada por exames de DBO e DQO, tabela 11. O PH da água, em todas as medições oscilaram um ponto acima ou abaixo do considerado ideal para manter a vida que é em torno de 7. A turbidez da água, que no período chuvoso não permitiu visualizar, no baixo curso e no contato do alto com médio curso uma profundidade não superior a 40 cm, é explicada pela intensa lixiviação que ocorre nas terras aradas e prontas para o plantio no inicio período chuvoso ou pela colheita no final deste mesmo período. No resto do ano, entre os meses de março a setembro, a turbidez da água é baixa, tendo em vista que a lâmina de água presente nos leitos dos canais fluviais é, pelo menos, 40% daquilo que é observado no período chuvoso.

Mesmo quando, o plantio do binômio milho/soja é realizado sobre restos de culturas, plantio direto, as águas oriundas dessas áreas não carregam quantidades detectáveis de insumos e defensivos agrícolas. Apesar de que seria necessário realizar uma análise mais minuciosa e também dispendiosa para averiguar se existe agentes contaminantes dispersos nas águas dos canais fluviais da bacia do Rio Piedade. Outro fator que também chamou nossa atenção é o uso do vinhoto para fertilização da cana-de-açúcar recém plantada ou em fase de crescimento. Esperava-se detectar sua presença, através da redução das quantidades de DBO e DQO na água o que também não foi observado, tabela 11.

A cultura do abacaxi, que é uma cultura tradicional na região de entorno da bacia hidrográfica e até mesmo dentro da bacia do Rio Piedade, não deixou resquícios do alto grau que se faz de defensivos para evitar a deterioração do fruto por pragas e viroses. Acredita-se que isso seja explicado pelo fato dessas culturas estarem sobre solos muito arenosos e areno argilosos, o que, de certa forma, favorece a percolação do excesso de elementos químicos nos solos onde essas culturas estão localizadas.

**Tabela 11** – Resultados da análise das quantidades de DQO e DBO, presente nos pontos de coletas de H2O.

| AMOSTRA | DQO mg/L - 20/11/2003 | DBO mg/L - 20/11/2003 |
|---|---|---|
| PONTO 1 | 14,4 | 5,49 |
| PONTO 2 | 13,4 | 5,08 |
| PONTO 3 | 24,8 | 10,61 |
| PONTO 4 | 20,3 | 7,82 |
| PONTO 5 | 24,8 | 9,87 |
| PONTO 6 | 23,8 | 9,72 |
| | DQO mg/L - 08/07/2004 | DBO mg/L - 08/07/2004 |
| PONTO 1 | 14,1 | 6,13 |
| PONTO 2 | 13,7 | 5,88 |
| PONTO 3 | 18,6 | 9,25 |
| PONTO 4 | 21,1 | 6,49 |
| PONTO 5 | 22,3 | 8,79 |
| PONTO 6 | 21,2 | 7,29 |
| | DQO mg/L - 16/12/2004 | DBO mg/L - 16/12/2004 |
| PONTO 1 | 18,1 | 6,41 |
| PONTO 2 | 14,25 | 5,12 |
| PONTO 3 | 21,5 | 10,1 |
| PONTO 4 | 19,1 | 6,92 |
| PONTO 5 | 18,3 | 6,53 |
| PONTO 6 | 20,9 | 6,72 |
| | DQO mg/L - 27/05/2005 | DBO mg/L - 27/05/2005 |
| PONTO 1 | 15,17 | 9,68 |
| PONTO 2 | 16,48 | 11,4 |
| PONTO 3 | 14,79 | 9,26 |
| PONTO 4 | 17,88 | 10,06 |
| PONTO 5 | 18,27 | 8,44 |
| PONTO 6 | 18,08 | 9,36 |
| | DQO mg/L - 04/11/2005 | DBO mg/L - 04/11/2005 |
| PONTO 1 | 13,2 | 7,29 |
| PONTO 2 | 12,1 | 8,79 |
| PONTO 3 | 21,5 | 8,72 |
| PONTO 4 | 23,4 | 9,61 |
| PONTO 5 | 22,8 | 8,05 |
| PONTO 6 | 19,3 | 9,45 |
| | DQO mg/L - 15/09/2006 | DBO mg/L - 15/09/2006 |
| PONTO 1 | 15,1 | 7,02 |
| PONTO 2 | 13,9 | 6,25 |
| PONTO 3 | 20,2 | 9,61 |
| PONTO 4 | 20,3 | 8,18 |
| PONTO 5 | 21,3 | 9,34 |
| PONTO 6 | 20,6 | 8,51 |

## Conclusões e Recomendações

È evidente que a bacia hidrográfica do rio Piedade, passou por mudanças ambientais significativas. Contudo, é imprescindível compreender que essa degradação não pode ser abrandada apenas com medidas paliativas como as que vêm sendo tomadas nos últimos anos. A criação das reservas legais necessita ser mais bem discutidas entre os proprietários de terra, sociedade e estado. Esse esclarecimento é oriundo da falta de critérios técnicos utilizados para demarcar essas reservas, ou seja, o proprietário decide qual parte de suas terras são piores e determina que ali seja criada a sua reserva legal que, muitas vezes, serve também de pastagem para o gado. Outro fator preponderante está associado ao fato de que essas reservas, ficam isoladas no meio das plantações e das pastagens não permitindo, o contado da fauna e da flora com outras áreas de reserva existentes nas proximidades. Em decorrência disto, é muito comum encontrar animais atropelados nas rodovias que margeiam a bacia do rio Piedade, exatamente por não haver corredores de migração de fauna ao longo dessas rodovias e que interliguem as reservas legais e naturais das propriedades rurais.

Atualmente, é comum encontrarmos nos centros urbanos da região de entorno da bacia do Rio Piedade e em todo o Bioma do Cerrado uma grande quantidade de animais selvagens, principalmente aves dividindo espaço com os seres humanos em ambientes urbanos. Existe também o registro de grandes animais como onças pardas, lobos guarás, jaguatirica, tamanduás bandeiras dentre vários outros que evidenciam estar havendo mudanças drásticas no meio ambiente natural desses animais.

Considerando que não é possível retornar o quadro natural ao seu estágio original, devemos nos ater ao fato de que é necessária a utilização de medidas paliativas no sentido de reconstruir pelo menos em parte o meio ambiente a um grau menos degradante. Urge que se implementem políticas públicas que instituam programas formais de recomposição das matas galerias e ciliares, bem como a destruição de drenos em cabeceira de nascentes no sentido de re - perenizar, principalmente por parte do Estado soberanamente

constituído, nos quais os recursos financeiros comprometidos tenham por fonte o princípio poluidor-pagador.

É importante para todos os segmentos da sociedade que os agentes degradadores do meio ambiente da bacia do rio Piedade e também do Bioma Cerrado sejam agraciados com penas mais severas e eficazes no sentido de diminuir os impactos de suas atividades sobre o meio ambiente natural. Acreditamos que e extremamente necessário e oportuno que os legisladores responsáveis pela definição e aprovação desses novos instrumentos legais atentem para todos os aspectos e alcance que tais políticas devam ter, para se transformarem em impulsionadoras de soluções sustentáveis e perenes, com viabilidade de aplicação tanto pelo setor público quanto pelo setor privado.

É importante que haja um compromisso do Estado e também dos proprietários rurais e sociedade civil organizada com a organização de programa de recuperação de áreas degradadas rurais. Pois são estas áreas que não vemos todos os dias é que passam por fortes pressões do setor produtivo rural que associado ao agribusiness potencializa a degradação e acelera as mudanças ambientais, tanto na bacia do rio Piedade como em seu entorno. A legislação ambiental brasileira, é suficiente para manter o atual quadro ambiental como também favorecer a sua recuperação, embora exista alguns entraves para o cumprimento das mesmas.

Quando, saímos a campo verificamos que existe uma baixa capacidade dos órgãos de fiscalização ambiental em fazer cumprir a lei, enfrentando interesses econômicos e políticos dos compromissados, a sobrecarga burocrática que dificulta o monitoramento e vistorias em campo, e até mesmo a falta de um compromisso da sociedade na conservação dos recursos naturais. As nossas análises nos permitem recomendar que é necessário:

- Equipar os órgãos fiscalizadores de instrumentos capazes de identificar e punir os agentes degradadores do meio ambiente;
- Criar e promover um Plano de Recursos Hídricos através de um extenso debate com a sociedade local, no sentido de divulgá-lo e aprová-lo, bem como para conseguir a participação da comunidade na sua implementação;

- Que seja acelerado e apoiado – com recursos humanos e financeiros, se necessário – a implantação do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos das bacias – SGRH (Comitê de Bacia Hidrográfica e Agência de Águas);
- Também se faz necessário implementar programas de preservação/conservação dos solos e educação ambiental para preservar os recursos naturais da bacia do rio Piedade;
- Viabilizar através de entidades públicas e privadas de alternativas para recuperar a curto prazo das matas e veredas que margeiam os canais fluviais;

As sugestões, aqui apresentadas, não são de cunho estritamente científicos, pois envolvem um minucioso levantamento da problemática que contribuíram para que houvesse, e isso foi diagnosticado, “Mudanças Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Piedade - Triângulo Mineiro (MG)”. Este trabalho serve também como fonte de subsídios aos municípios que possuem partes de suas áreas municipais dentro da bacia do Rio Piedade além de deixar abertas várias questões que necessitam ser pesquisadas e aprofundadas no sentido de eliminar o agravamento das questões ambientais e sociais atualmente existentes na bacia e também no seu entorno.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


AB'SABER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quartenário. 1969. In: Geomorfologia. São Paulo, Nº 18.

_____. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: Ferri, M.G., coord. - III simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Ed. Edgard Blücher/EDUSP, 1971, p. 1-14.

_____. Potencialidades paisagísticas brasileiras. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1977. (Série Geomorfologia, 55).

ALMEIDA, Jalcione, 2001. A problemática do desenvolvimento sustentável. In: Desenvolvimento Sustentável: necessidade e/ou possibilidades? 3º edição. BECKER, Dinizar Fermiano (Org.) Santa Cruz do Sul. EDUNISC, Pg. 17 - 26.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais: Climatologia agrícola. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 9-13, jun. 1986.

ASSAD, E. D. (coord.). Chuva nos Cerrados. 1994. Brasília: EMBRAPA-CPAC: EMBRAPA-SPI, 423 P.

BACCARO, C.A.D. **Estudo dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em área de Cerrado - Uberlândia - MG**, São Paulo: FFLCH/USP, 1990. 164p. (Tese, Doutorado em Geografia Física).

_____.Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro. In: Sociedade & Natureza. Dezembro de 1991. Uberlândia: EDUFU, 3(5 e 6), p. 37- 42.

BECKER, B. & EGLER, C.A.G. Detalhamento da metodologia para execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos estados da Amazônia Legal. MMA-SAE-PR, Brasília, 1997.

BEROUTCHACHVILI (N.) et BERTRAND (G.) -1978- Geosystem or " Natural and Territorial Complex ". Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, tome 49, fasc. 2, pp. 167-180 [in French]

BERTRAND, G. Paysagem et Géographie Physique Globale: esquisse methologique. Revue Geographique des Pyrenées et du Sud-Ouest, v.39, n.3, p.249 – 272, 1968.



BERTRAND, G. Paysagem et Géographie Physique Globale: esquisse methologique. Revue Geographique des Pyrenées et du Sud-Ouest, v.39, n.3, p.249 – 272, 1968.



BEZERRA, M. C. e VEIGA, J. E. (coord). Subsídios à Agenda 21 Brasileira: agricultura sustentável. Brasília: MMA/IBAMA;Consorcio Goeldi, 2000.

BIODIVERSITAS. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. Organização de Ângelo B. Machado. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária e Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas (1961 - 1990). Brasília: MARA, 1992. 84 p.

BRASIL, Presidência da República, 1971. I Plano Nacional de Desenvolvimento (1970 – 1974). Brasília.

BRASIL, Presidência da República, 1971. II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975 – 1979). Brasília, 149 p.

BRASIL, Presidência da República. I Plano Nacional de Desenvolvimento (1970 – 1974). 1971. Brasília: Republica Federativa do Brasil.

BRASIL, Presidência da República. Plano Integração Nacional (1964). 1964. Brasília: Republica Federativa do Brasil.

BUENO, L. F., GALBIATTI, J. A. and BORGES, M. J. Management of water quality in Ouro Verde Garden, Conchal - SP, Brazil. Eng. Agríc., Sept./Dec. 2005, vol.25, no.3, p.742-748. ISSN 0100-6916.

CASSMAN, K.G. Ecological Intensification of cereal production systems: yield potencial, soil quality and precision agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences, Washington, DC, v. 96, p. 5952-5959, 1999.

CASTRO, A. A. J. F. "Características da vegetação do Meio-Norte", in: EMBRAPA/CPAMN: 45-56, 1997.

CHAVES, M. R. Descentralização da política de meio ambiente no Brasil e a gestão dos recursos naturais no cerrado goiano. 2003. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas [s.n.], 185 f, Tese (Doutorado).

CHIOSSI, N.J.. Geologia Aplicada À Engenharia. 1987. São Paulo: Grêmio Politécnico da USP. 430 p.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: FGV/Instituto de Documentação, 430p.

CORRÊA, G. F. Les Microreliefs “Murundus” et leur environnement pedologique dans l’ouest du Minas Gerais, region du plateau central bresilien. 1989. Nancy: Universite de Nancy I, (1989). (Tese Doutorado).

CORREA, Rodrigo Studart; MELO FILHO, Benício de [orgs]. Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado. Brasília: Paralelo 15, 1998. 178p.

COUTINHO, L. W, 1976. Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do cerrado. São Paulo: USP – Instituto de Biociências, (Tese, Livre Docência).

CRUZ, L. B. S. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba (MG). 2003. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. [s.n.], 180 f, (Tese Doutorado).

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. 1996. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. (Org.), 1996. Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand-Brasil.

DAYRELL, C. A. A Questão Ecológica no Limiar da Questão Agrária: O Caso dos Cerrados do Norte de Minas. In: Revista da Associação Brasileira de Reforma Agrária. 1993.Campinas: ICEA, N.º 01, Vol. 23, Jan./Abr.

DE BIASI, Mário. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. Geomorfologia, Geografia-USP, São Paulo, n. 21, p. 8-13, 1970.

DIAS, B., F. S. (coord.), 1999. Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília: FUNATURA, 1996, 97 p.

DIAS, B., F. S. Conservação da Biodiversidade na Província dos Cerrados. 1992. In: Botanic Gardens In a Changing World: The Proceedings of the Third International Botanic Gardens Conservation Congress. 1992. Rio de Janeiro: IBAMA/DIRPOED.

DORST, J. Antes que a Natureza Morra. Coordenação de Mário Guimarães Ferri. Tradução: Rita Buongermino. 1973. São Paulo: Edgard Blücher, 394 p.

EINTEN, G. Vegetação do Cerrado. In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas/ Maria Novaes Pinto (org.). 1994. Brasília: Editora da UNB, 2a ed. pg. 17-73.

EMBRAPA. Atlas do Meio Ambiente do Brasil. 1994. Brasília - D.F: Terra Nova.

EMBRAPA-CPAC. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1978 - 1979. 1980. Planaltina - D.F: EMBRAPA.

FERNANDES FILHO, J. F.; FRANCIS, D. G., 1987. Agricultura Familiar nos Cerrados da Região de Monte Carmelo e a Questão da sustentabilidade. In: SHIKI, S.; SILVA, J. G. da; ORTEGA, A. C. (Org.). Agricultura, Meio Ambiente e Sustentabilidade do Cerrado Brasileiro. Uberlândia: EDUFU, Pg. 25 - 31.

FERNANDES, A. & BEZERRA, P. Estudo fitogeográfico do Brasil. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990. 130-131. 205p.

FERREIRA, I. M. Bioma Cerrado: Caracterização do Subsistema de Vereda. In: IX EREGEO – Encontro Regional de Geografia. Novas territorialidades integração e redefinição regional. Porto Nacional, julho de 2003.

_____. O afogar das veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das veredas do Chapadão de Catalão (GO). 2003. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas [s.n.], 242 f, (Tese Doutorado).

FRANÇA, G.V. de. Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba. Piracicaba: ESALQ-USP, 1968. 151p. Tese de Doutorado.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário: Minas Gerais 1970. 1975. Rio de Janeiro: IBGE.

_____. Censo Agropecuário: Minas Gerais 1975. 1979.Rio de Janeiro: IBGE.

_____. Censo Agropecuário: Minas Gerais 1980. 1983. Rio de Janeiro: IBGE.

_____. Censo Agropecuário: Minas Gerais 1985. 1991. Rio de Janeiro: IBGE.

_____. Censo Demográfico: dados gerais, migração, instrução, fecundidade, mortalidade - Minas Gerais 1991. 1994/95. Rio de Janeiro: IBGE.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1999. Dados Estatísticos de Minas Gerais. Belo Horizonte, (Mimeografado).

_____. Produto Interno Bruto de Minas Gerais – 2004. In: Informativo Centro de Estatística e Informações (CEI). Belo Horizonte - Minas Gerais, Junho de 2005.

_____. Uma avaliação do POLOCENTRO. 1984. Belo Horizonte.

GOULART, A. C. O. Relevos e processos dinâmicos: uma proposta metodológica de cartografia geomorfológica. In : Revista Geografares. Vitória: UFES: Geografia, nº. 2, p.25-40, jun. 2001.

GÖTSCH, E. O Renascer da Agricultura. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995.

GUERRA, Antônio Teixeira, 1980. Dicionário Geológico-Geomorfológico: 6a ed. Revista e atualizada pelos geógrafos Ignez Amélia Leal Teixeira Guerra; e Antônio José Teixeira Guerra. Rio de Janeiro: IBGE.

_____. Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico. 1997. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hidrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America, Washinton, v.56, p.275-370, 1945.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de ação para a conservação do pato-mergulhão (Mergus octosetaceus) /Baz Hughes... [et al.]. – Brasília: Ibama, 2006. 86 p. : il. color. ; 29 cm. (Série Espécies Ameaçadas, 3).

IBGE. IBGE lança o Mapa de Biomas do Brasil e o Mapa de Vegetação do Brasil, em comemoração ao Dia Mundial da Biodiversidade http://www.ibge.com.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169&id_pagina=1 (informação obtida em 21 de maio de 2004).

INSTITUTO DE GEOGRAFIA APLICADA. Zoneamento Agroclimático para o Estado de Minas Gerais. 1986. Belo Horizonte: IGA\CETEC.

KER, J.C., PEREIRA, N.R., CARVALHO-JUNIOR, W. & CARVALHO-FILHO, A. 1992. Cerrados: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In Anais do Simpósio sobre manejo e conservação do solo no cerrado, Campinas, p.1-28.

LIMA, J. D. Mapeamento da cobertura vegetal natural e uso antrópico na região do Triângulo Mineiro – um ensaio metodológico e uso do GRASS. 1992. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia/Curso de Geografia, 71 p. (monografia).

_____. A Área de Cerrado no Brasil Obtida Através de um SIG. In: Anais da I Reunião Especial da SBPC. Uberlândia: EDUFU/SBPC. Maio 1994.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de Matas Ciliares. 2000. In: Matas Ciliares Conservação e Recuperação. v.1, p.33-44, EDUSP.

LIMA, E.B.N.R. Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá. 2001. 184 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

LUEDER, D.R. Aerial photographic interpretation: principles and applications. New York: McGraw-Hill, 1959. 462p.

MACHADO, R.B., M.B. RAMOS NETO, P.G.P. PEREIRA, E.F. CALDAS, D.A. GONÇALVES, N.S. SANTOS, K. TABOR e M. STEININGER. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.

MALHEIROS, R. Cerrado: aspectos biogeográficos. Goiânia: ITS/UCG, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 036 de 19 de janeiro de 1990; estabelece normas e padrões de potabilidade de água destinada ao consumo humano. Diário Oficial,Brasília, 23 de janeiro de 1990.

MITERMEIER, N.; MYERS, R.A. & MITTERMEIER, C.G. 1999. HOTSPOTS - Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX - Conservation International. Mexico City. 430p.

MOTTA, Ronaldo Serôa da, 1987. A Questão Econômica da Questão Ambiental. In: SHIKI, Shigeo; SILVA, José Graziano da; ORTEGA, Antônio César (Org.). Agricultura, Meio Ambiente e Sustentabilidade do Cerrado Brasileiro. Uberlândia: EDUFU, Pg. 229 - 243.

NETO, P. N. Conservação da Natureza nos Cerrados. In: IV Simpósio Sobre os Cerrados: bases para utilização agropecuária. 1977. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo, EDUSP.

NISHIYAMA, L., BACCARO, C.A.D. Aproveitamento dos recursos Minerais nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - Uma agressão ao meio ambiente. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.1, n.1, p.49-52, jan-dez/1989.

OLIVEIRA FILHO, A. T. e FURLEY, P. A. Monchão, cocunruto, murundu. In: Ciência Hoje. Jan./Fev 1990. Rio de Janeiro, vol. 11, nº 61.

OLIVEIRA, Selmane Felipe de. Crescimento urbano brasileiro: o caso de Uberlândia. Ícone, Uberlândia, 2 (1): 113-132, jan./jun. 1994.

PALUMBI, S. R. Humans as the world's greatest evolutionary force. Science, Washington, DC, v. 293, p. 1786-1790, 2001.

PENEIREIRO, Fabiana Mongeli. Os Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural. In: Revista Agroecologia Hoje. Botucatu/SP: Editora Agroecológica Demétria, nº. 13 – Out/99 - p.12.

PESSÔA, V. L. S. Ação do Estado e as transformações agrárias no Cerrado das zonas de Paracatú e Alto Paranaíba – MG. 1988. Rio Claro (S.P): IGCE-UNESP. (Tese de Doutorado).

PONTES, Hildebrando. História de Uberaba e a civilização do Brasil Central. Uberaba: Academia de Letras do Triângulo Mineiro, 1970.

PRIMAVESI, A. Cartilha do Solo: como reconhecer e sanar seus problemas. Fundação Mokiti Okada: Apostila, 2000.

RATTNER, Henrique, 1999. Liderança para uma sociedade sustentável. São Paulo: Nobel.

REDCLIFT, Michael, 1987. Sustainable Development: Exploring the Contradictions. London: Methuen.

RIBEIRO, A. G. As relações Climato-hidrológicas sob diferentes compartimentos de paisagem em bacias de pequeno porte. In: Anais do V Encontro de Geógrafos da América Latina. 2001. Universidade do Chile: Santiago. (CD-ROM).

ROMAN, E.S.; RODRIGUES, O.; MCCRACKEN, A. Dessecação: uma tecnologia que reduz perdas na colheita de soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 2p.html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 60).

RIBEIRO, A. G. As relações Climato-hidrológicas sob diferentes compartimentos de paisagem em bacias de pequeno. In: Anais do V Encontro de Geógrafos da América Latina. 2001. Universidade do Chile: Santiago. (CD-ROM).

RIBEIRO, A. G. Paisagem e organização espacial na região de Palmas e Guarapuava. 1989. São Paulo: USP, 336p. (Tese Doutorado - FFLCH-USP - Departamento de Geografia).

SACHS, I., 1990. Desarollo Sustentable; Bio-industrializacion descentralizada y nuevas configuraciones rural-urbanas. Los Casos India y Brasil. In: Pensamento Iberoamericano, nº 16.

SACHS, W. (editor), 2000. Dicionário do Desenvolvimento: Guia para o Conhecimento do Poder. Tradução: Vera Lúcia M. Jascelyne; Suzana de Gyalakay e Jaime A. Classem. Petrópolis: Vozes.

SALGADO-LABOURIAU, M.L.; BARBERI, M.; FERRAZ-VICENTINI, K.R.; PARIZZI G. A dry climatic event during the late Quaternary of tropical, Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology, v.99, p.115-129, 1998.

SALA, O. E. et al. Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science, Washington, DC, v. 287, p. 1770-1774, 2000.

SILVA, J.A. A organização do espaço agrário e a distribuição da raiva bovina em Minas Gerais, 1976 a 1997. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1999. 199p. (Tese, Doutorado).

SOBREIRA, R. R. A preservação do Cerrado no contexto da responsabilidade social das organizações: o caso do Instituto do Trópico Subúmido da Universidade Católica de Goiás. 2002. Florianópolis: UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 88 f. Dissertação: Mestrado em Engenharia de Produção (Gestão da Qualidade e Produtividade).

SORRENSON, William J. e MONTOYA, Luciano J. - Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná - IAPAR, boletim técnico n° 21, agosto, 104 pp., 1989.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de Geossistemas. In: Método em Questão. 1977. São Paulo, nº16, 1 - 51p.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: Fund. IBGE, 1975.

TILMAN, D., P. B.; REICH, J.; KNOPS, D.; WEDIN, T.; MIELKE; and LEHMAN, C. 2001. Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment. Science 294:843-845.

VIANNA, F.J. Oliveira. “O povo brazileiro e sua evolução” in Recenseamento de 1920. Rio de Janeiro: Typ. da Estatística, 1922, p.279-386

WAIBEL, L. Capítulos de Geografia tropical e do Brasil. 2a ed. (coment.). 1979. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

WWF. "De grão em grão, o Cerrado perde o espaço - Cerrado - Impactos do Processo de Ocupação", Brasília: 1995 (fotocópia).

WWF. Administrando os avanços da soja: Dois cenários da expansão do cultivo de soja na América do Sul. 2004. AMSTERDAM: Jan Maarten Dros, AIDEnvironment, Amsterdã, Junho de 2004.