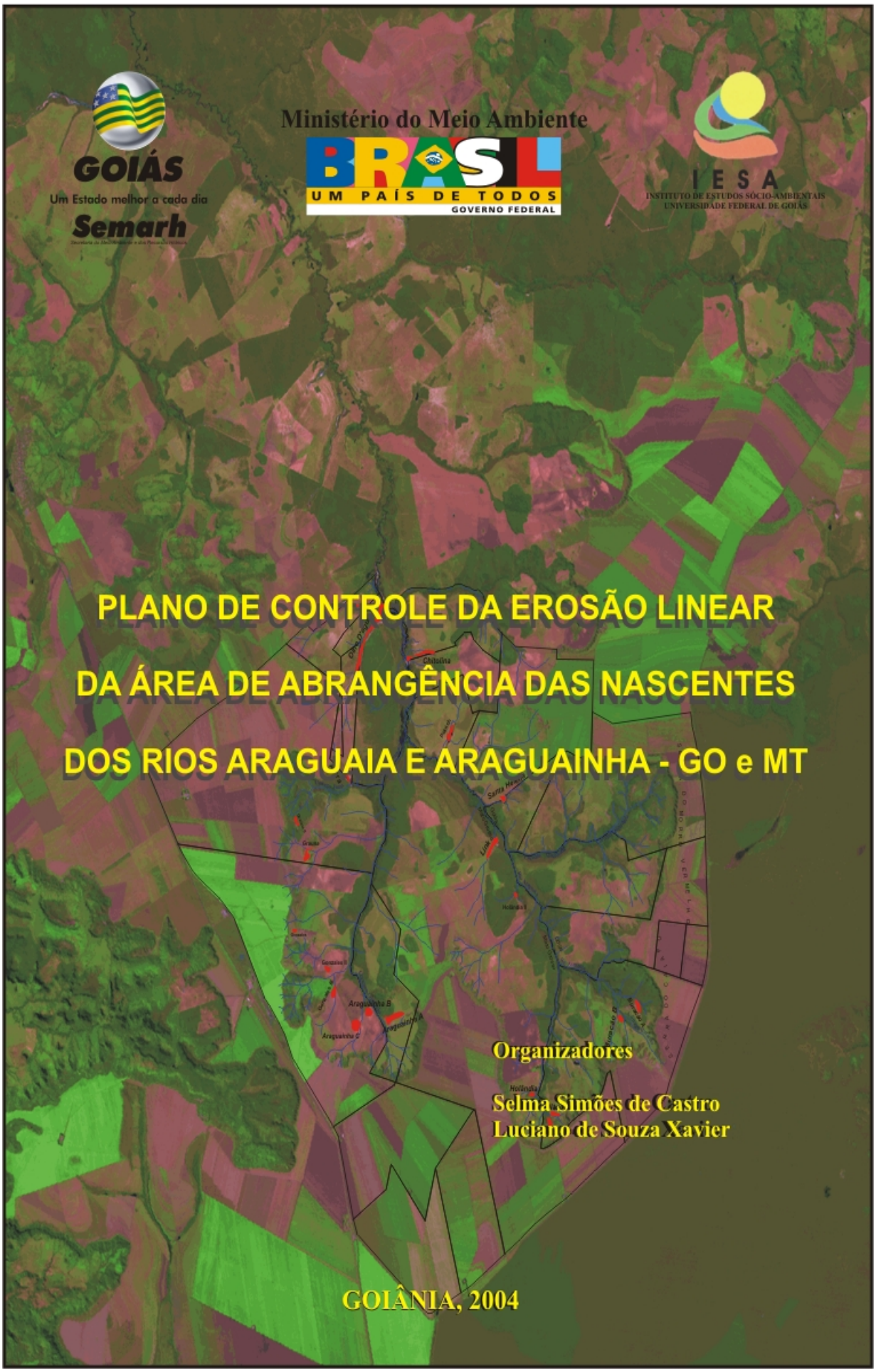

GOIÁS
Um Estado melhor a cada dia
Semarh
Ministério do Meio Ambiente
BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL
IESA
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PLANO DE CONTROLE DA EROSÃO LINEAR
DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS NASCENTES
DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA - GO e MT
Organizadores
Selma Simões de Castro
Luciano de Souza Xavier
GOIÂNIA, 2004

GOIÁS
Um Estado melhor a cada dia
Semarh
Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

Ministério do Meio Ambiente
BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

IESA
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

# PLANO DE CONTROLE DA EROSÃO LINEAR DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA – GO e MT

**Organizadores:**
**Selma Simões de Castro**
**Luciano de Souza Xavier**

**Goiânia, 2004.**

# EQUIPE TÉCNICA

**Coordenação Geral e Supervisão Técnica** – *geógrafa Selma Simões de Castro.*

**Atividades e Consultores Executivos**

Compilação/organização cartográfica e geoprocessamento do acervo documental das pesquisas básicas - *geógrafo Luciano de Sousa Xavier.*

Diagnóstico ambiental de reservas legais e áreas de preservação permanente; seleção de espécies vegetais e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (vegetação)- *engenheiro florestal Erides Campos Antunes.*

Elaboração das cartas de suscetibilidade à erosão linear, de uso atual e manejo dos solos, de discrepância entre capacidade de uso/uso atual, de aptidão agrícola, dos sistemas ambientais e de risco à erosão – *geógrafo Luciano de Sousa Xavier.*

Elaboração das Sínteses Diagnóstica e Prognóstica, das Diretrizes e Ações de Planejamento e da concepção dos Programas de Recuperação de Áreas Degradadas (erosão) e de Material de Difusão – *geógrafa Selma Simões de Castro.*

Hidrografia e qualidade das águas fluviais – *geólogo/geomorfólogo fluvial Edgardo Manuel Latrubesse (coordenador), geógrafos/geomorfólogos fluviais Roberto Prado de Morais (cartografia e geoprocessamento), Pedro Alves Vieira (levantamentos e amostragens de campo) e geógrafa Gisela Martins Tristão (análises sedimentológicas).*

Levantamentos em campo de uso e manejo mecânico de solos – *geólogo/geotécnico Milton Macedo e Silva Júnior e geógrafo Luciano de Sousa Xavier.*

Levantamentos diagnósticos atuais de reservas legais e de áreas de preservação permanente – *engenheiro agrônomo João Luís Bittencourt Guimarães.*

Programa de Educação Ambiental – *Bióloga Sandra de Fátima Oliveira*

**Pequisadores do Projeto "Recomposição Ambiental das Nascentes do Rio Araguaia" – SEMARH/Fundação Emas.**

**CELG** - Antônio M. Borges Neto/Engenheiro Civil, Jales Lousa/Geólogo, José Clementino de Carvalho/Técnico, José Marcílio dos Santos/Engenheiro Civil, Marcio Oliveira Godoy/Engenheiro Civil – cadastro de focos erosivos.

**CPRM/GO** - Roberto Márcio Macedo dos Santos/Geólogo - cadastro de focos erosivos.

**EMBRAPA/CNPMA** – Heloisa Filizola/Geógrafa – geomorfologia e pedologia.

**Fundação EMAS** - Alcebíades Diogo/Agrônomo, Kátia Regina Alves Fernandes, Márcia Maria de Paula/Agrônoma, Marco Antônio Ferreira Gomes/Agrônomo, Marcos Flávio Gontijo Diogo/Agrônomo, Mário Barroso Ramos Neto/Biólogo, Nazareno de Sousa Santos/Analista de

Sistemas, Paulo Gustavo Prado, Renato Alves Moreira/Agrônomo – acompanhamento e supervisão de consultorias.

**IPT** - Eduardo S. Macedo/Geólogo, Gerson Salviano de Almeida Filho/Técnico,

José Luís Ridente Júnior/Geólogo, Kátia Canil/Geógrafa - cadastro de focos erosivos.

**TERRACARTA** - Cleonice Batista Regis/Geógrafa, Kelly Rodrigues/Agrônoma, José Neto Soares Filho/Cartógrafo – planialtimetria, topografia, cadastro detalhado da erosão Chitolina,

**Consultar autônomo** – René Boulet/Agrônomo – Levantamento ultra-detalhado de solos.

**Pequisadores do Projeto "Diagnóstico, Prognóstico e Controle de Erosões Urbanas e Rurais nos Estados de Goiás e Mato Grosso" IESA/UFG:**

Abelson Rezende/Geólogo- levantamento geológico e cadastro de erosão.

Adriana Silva Aparecida/Geógrafa – mapeamento de focos de erosão.

Alfredo Borges de Campos/Geólogo – levantamento geológico.

Cínttia M. Medeiros/Geógrafa – estrutura fundiária.

Denise Regina de Moura Ramos/Geógrafa – análise de chuvas.

Gilberto Viana Marinho/Geógrafo – comportamento físico-hídrico de solos.

Karla Maria Silva de Faria/Geógrafa (Estagiária) – uso do solo, 1966.

Luciano de Souza Xavier/Geógrafo – cartografia, geoprocessamento, suscetibilidade/risco a erosão..

Maria Gonçalves da Silva Barbalho/Geógrafa – compartimentação geomorfológica.

Marilisia Martins/Geógrafa – geologia.

Robson Santos/Geógrafo – compartimentação topográfica.

Selma Simões de Castro/Geógrafa – mapeamento de solos e diagnóstico de erosão.

Valter Casseti/Geógrafo – geomorfologia.

**ICET/UFMT:**

Alexandrino Leite Nascimento/Técnico em geofísica.

Antônio Brandt Vecchiato/Geólogo – geotecnia.

Fernando Ximenes de Tavares Salomão/Geólogo – erosão e comportamento físico-hídrico.

Shozo Shiraiwa/Geofísico

**IG/UNICAMP:**

Archimedes Perez Filho/Geógrafo/Geomorfólogo

Luci Hidalgo Nunes/Geógrafa/Climatologista

# AGRADECIMENTOS

Queremos agradecer, indistintamente, a todos aqueles que direta ou indiretamente empreenderam ações na busca de soluções para o problema das erosões lineares, ravinas e voçorocas, que se instalaram na alta e média bacia do rio Araguaia, desde o final dos anos 70 do século XX.

Este belo rio, exclusivamente nacional, banha cinco estados do país e nasce na divisa entre os estados de Goiás e Mato Grosso, nas cercanias da Serra de Caiapó, trecho em que se encontram suas nascentes e entorno, área-objeto deste Plano de Controle, cuja principal finalidade é contribuir com um diagnóstico sobre a distribuição e comportamento dos focos erosivos e suas relações com os demais componentes do meio físico e com uso e ocupação, de modo a subsidiar a proposta de ações de controle da erosão, tanto de natureza preventiva como principalmente corretivas.

Esse grande rio do planeta está impregnado da história que deixou marcas em grande parte de sua bacia, relacionadas à trajetória da apropriação das terras no contexto da região centro-oeste brasileira, desde as grandes viagens exploratórias do século XVIII até a mais recente delas, a *viagem* conhecida como a última grande fronteira agrícola do país, implementada a partir da segunda metade do século passado, responsável que foi pela substituição intensiva e rápida de grande parte do Cerrado, a Savana brasileira, cujos efeitos positivos e negativos todos sentimos e sentiremos até que se empreenda ações de reequilíbrio das relações entre a sociedade, a economia e a natureza, visando a qualidade de vida das atuais próximas gerações humanas.

No ano de 1998, imbuídas do propósito de resolver o problema das erosões, a SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás juntamente com a Fundação Emas, organização não governamental sediado em Mineiros (GO), deram início ao projeto de Recomposição Ambiental das Nascentes do Araguaia, posteriormente, em 2003, o IESA – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás que, agregando resultados das pesquisas que também vinham realizando na área desde 1997, foi comunicado pela SEMARH da elaboração deste Plano de Controle, com base em todo um acervo documental já reunido.

Assim, como se trata de produtos relevantes e essenciais para este Plano de Controle, não poderíamos deixar de agradecer às principais instituições e pessoas sem as quais a elaboração deste Plano de Controle seria inviável, a saber:

Ao Ministério Público do Estado de Goiás e de mato Grosso;

Ao IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo;

À CELG - Companhia de Eletricidade de Goiás;

À AGIM - Agência Goiana de Mineração;

À FEMAS - Fundação Emas;

À TNC - The Nature Conservation;

À FIMES - Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior de Mineiros;

À EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa em Meio Ambiente de Jaguariúna (SP);

À Prefeitura de Mineiros - GO;

À TERRACARTA Geoprocessamento, Cartografia e Topografia Ltda;

Ao CPRM- Conselho de Pesquisa em Recursos Minerais - Divisão de Goiás;

Ao IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Divisão de Geologia/Goiás;

À UFG - Universidade Federal de Goiás;

Ao IESA - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da UFG;

À UFMT/ICET - Universidade Federal de Mato Grosso / Instituto de Ciências Exatas e da Terra - Departamento de Geologia;

À UNICAMP/IG - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências;

À SECTEC - Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás;

Ao CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica;

À SEFAZ - Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás;

À Fundação "O Boticário";

À APGM - Associação de Produtores de Grãos de Mineiros – GO;

Aos proprietários rurais da área e ao pessoal de apoio liberado por todas essas instituições;

Aos Organizadores.

# APRESENTAÇÃO

A área de abrangência das Nascentes do rio Araguaia e Araguainha situa-se na porção do extremo sul da alta bacia do rio Araguaia, próximo aos contrafortes da Serra de Caiapó e do Parque Nacional das Emas, englobando uma área de pouco mais de 360 Km², onde, em 2000, havia cerca de uma vintena de propriedades rurais, na maioria grandes, distribuídas majoritariamnente pelos estados de Goiás e Mato Grosso, onde se desenvolvem atividades agrícolas, com ênfase na produção de grãos, destacando-se a soja, e de algodão, além da pecuária de corte, até então atividade dominante, as quais substituíram as fitofisionomias do Cerrado que aí dominavam soberanas até meados da década de 70 do século passado e que hoje são residuais e fragmentadas.

De meados dos anos 60 até meados dos anos 70 do século passado apenas dois focos erosivos lineares eram visíveis nas fotos aéreas na escala 1: 60.000 (1965-1966), entretanto, no período seguinte, que se estende até os dias atuais, duas dezenas deles se instalaram, sobretudo na década de 80, principalmente junto às nascentes dos pequenos canais, várias delas associadas a estradas vicinais, trilheiros de gados e a desmatamentos indiscriminados de áreas de preservação permanente, que alcançaram extensões alarmantes, algumas com alguns milhares de metros de comprimento. Aprofundaram-se e interceptaram os lençóis freáticos, várias se ramificaram e algumas, sobretudo as maiores, descarregaram grande quantidade de sedimentos, diretamente depositados em pontos do próprio rio Araguaia, como também em seus tributários, soterrando margens, afogando a vegetação nelas existente, barrando trechos dos cursos e promovendo intenso e rápido processo de degradação ambiental. Incorreram, paralelamente em prejuízos sócio-econômicos por significarem perda de biodiversidade terras agricultáveis, de pastos e de cabeças de gado, anualmente, dentre outros impactos ainda pouco pesquisados. Algumas iniciativas de combate à erosão resultaram mal sucedidas, fato atribuído à ausência, até então, de estudos básicos que pudessem subsidiar os projetos de controle e ações emergenciais nem sempre baseadas em princípios técnicos adequados.

Com o propósito de entender as causas e a dinâmica atual do fenômeno erosivo linear e com o fim de subsidiar tecnicamente as ações de controle, duas grandes equipes coordenaram pesquisas nessa região desde 1997, lideradas pelo Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, - IESA - da Universidade Federal de Goiás, através do seu LABOGEF – Laboratório de Geologia e Geografia Física e pela Fundação Emas – organização não

governamental de Mineiros (GO), cujos resultados foram aqui reunidos, selecionados e sistematizados com a finalidade de organizar os dados disponíveis e elencar os programas e ações na forma de um Plano de Controle.

Este Plano de Controle foi solicitado ao IESA/UFG pela SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás, depositária dos recursos disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente do Governo Federal para as ações de controle dos processos erosivos da área, vinculados ao Projeto de Recomposição Ambiental das Nascentes do rio Araguaia.

Ele está estruturado em três partes. A primeira trata da introdução geral onde é apresentado um breve histórico do que levou à elaboração deste plano, além dos seus objetivos, como ora expostos e uma caracterização geral da área enfocada, a ser apresentada logo em seguida. A segunda apresenta os memoriais descritivos da análise geoambiental sobre uma base espacial elaborada na escala 1:60.000 e da dinâmica dos processos erosivos existentes, em escalas maiores. A terceira e última apresenta as propostas elaboradas com vistas ao controle preventivo e corretivo do fenômeno.

Goiânia, Fevereiro de 2004.

Selma Simões de Castro
Coordenação Técnica do Plano de Controle
IESA/UFG

# ÍNDICE

**PARTE I – INTRODUÇÃO**

INTRODUÇÃO....18
Breve Histórico do Plano de Controle....18
Pressupostos do Plano de Controle....20

OBJETIVOS
Objetivos do Projeto Diagnóstico, Prognóstico e Controle de Erosões Urbanas e Rurais nos estados de Goiás e Mato Grosso – IESA/UFG....23
Objetivos do Projeto Original – Recomposição Ambiental das Nascentes do Araguaia - Fundação Emas....24
Objetivos do Plano de Controle....25

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA....26

EROSÃO HÍDRICA LINEAR: CONCEITOS E BASES PARA A COMPREENSÃO DOS PROCESSOS....30
Conceito e Tipos de Erosão....30
Fatores Condicionantes da Erosão Hídrica....31
Desenvolvimento da Erosão Hídrica....35

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO GERAL PARA A PESQUISA E ELABORAÇÃO DE PLANOS DE CONTROLE DE EROSÃO....38
Abordagem Integrada do Meio Físico em Planos de Controle de Erosão....38
Metodologia e Produtos Esperados do Projeto Inicial (FEMAS, 2000 e 2001) ....40
Metodologia de Elaboração do Plano de Controle....42

**PARTE II – DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DOS PROCESSOS EROSIVOS LINEARES DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA**

MEMORIAIS DESCRITIVOS DA ANÁLISE DIAGNÓSTICA ESPACIAL E DA DINÂMICA PROCESSUAL....46
1. Base topográfica....46
2. Geologia....47
3. Hidrografia e Qualidade das Águas Fluviais....50
3.1 Compartimentação da Área....51

3.2 Hierarquização da Rede de Drenagem.....55
3.3 Forma e Índice de Circularidade da Bacia.....58
3.4 Densidade Hidrográfica e Densidade de Drenagem.....59
3.5 Extensão do Percurso Superficial.....63
3.6 Análise Hipsométrica da Bacia Hidrográfica.....64
3.6.1 Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia.....64
3.6.2 Relação do Relevo.....64
3.7 Qualidade das Águas Superficiais.....65
3.7.1 Sedimentos de Fundo.....65
3.7.2 Sedimentos em Suspensão.....70
3.7.3 Parâmetros Físico-Químicos: pH, condutividade e oxigênio dissolvido. .....72
4. Clima.....74
4.1 Distribuição das Chuvas.....78
4.2 Análise da Intensidade das Chuvas.....83
5. Relevo.....88
5.1 Compartimentação geomorfológica.....88
5.2 Hipsometria.....91
5.3 Clinografia.....95
5.4 Morfologia.....98
6. Solos.....102
6.1 Distribuição das Classes de Solos.....102
6.2 Classificação das Terras Baseada na Capacidade de Uso.....108
6.3 Aptidão Agrícola das Terras.....111
6.4 Suscetibilidade à Erosão Linear.....114
7. Uso e Manejo das Terras.....119
7.1 Uso das Terras - 1976.....119
7.2 Uso das Terras - 1999.....121
7.3 Uso das Terras - 2003.....125
7.4 Discrepância entre a Capacidade de Uso das Terras e o Uso Atual.....127
7.5 Manejo das Terras 2003.....129

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS, SITUAÇÃO AMBIENTAL E EROSÃO

1. Caracterização do meio físico das propriedades rurais e erosão.....133
1.1 Fazenda Chitolina (Jacuba).....133
1.2 Fazenda I Milton Fries.....133
1.3 Fazenda Potrich.....136
1.4 Fazenda Santa Helena.....136

1.5 Fazenda II Milton Fries ..... 139
1.6 Fazenda Jaboticaba..... 139
1.7 Fazenda Flávio Trentrin ..... 140
1.8 Fazenda Sélia..... 144
1.9 Fazendas Vital Passinato, Fazenda Francisco Chitolina, Fazenda Cristiane, Fazenda Cabeceira Alta e Fazenda Três Fronteiras ..... 144
1.10Fazenda Babilônia ..... 151
1.11Fazenda Holandia..... 151
1.12Fazenda Link ..... 152
1.13Fazenda Gonzáles..... 156
1.14Fazenda Graúna ..... 156
1.15 Fazendas Canaã, Olho D´água e Olho D´água II..... 157
2. Situação Ambiental das Propriedades Rurais ..... 163
Reserva Legal ..... 164
Áreas de Preservação Permanente ..... 168
Balanço de Reserva Legal e APP ..... 169
3. Atividade Agropecuária e Outros Usos ..... 171

FOCOS EROSIVOS LINEARES ..... 177
1. Distribuição de Ocorrências Erosivas Lineares e Relações com Meio Físico. 177
2. Distribuição Erosiva nas Propriedades Rurais ..... 182

ESTUDO ULTRADETALHADO DOS SOLOS E DA DINÂMICA DO VOÇOROCAMENTO CHITOLINA..... 194
1. Análise Geomorfológica ..... 197
2. Distribuição das Classes de Solos..... 204

RISCO À EROSÃO LINEAR – UM PROGNÓSTICO PARA A ÁREA ..... 219

SÍNTESE DIAGNÓSTICA, PROGNOSTICA E SISTEMAS AMBIENTAIS..... 231

**PARTE III – DIRETRIZES E AÇÕES PARA CONTROLE DA EROSÃO LINEAR NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAIANHA**

POLÍTICA DE CONTROLE: DIRETRIZES GERAIS ..... 236

1. Política de Recomposição Ambiental e Ações ..... 239

2. Ordenamento de Ações Prévias ao Plano de Gestão Ambiental das Propriedades ..... 243

3. Gestão do Controle ..... 253

3.1 Instrumentos Legais e Pressupostos ..... 253

3.2 Responsabilidades e Atribuições ..... 254

3.3 Termos de Compromisso Executável entre os Proprietários Rurais e os Órgãos Estaduais de Meio Ambientei (OEMAs) ..... 255

4. Programas para a Gestão de Controle ..... 256

4.1 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas ..... 256

4.1.2 Revegetação de reservas legais e de nascentes, faixas ciliares, bordas de chapada, escarpas e zonas de amortecimento das escarpas .. 256

4.1.3 Averbação de Reservas Legais ..... 258

4.1.4 Espécies Indicadas para Revegetação ..... 259

4.1.5 Contenção de focos Erosivos ..... 261

4.1.6 Recuperação e Manutenção de Estradas Viciais ..... 264

4.2 Programa de Elaboração de Material de Difusão ..... 266

4.2.1 Elaboração de manuais de Orientação Técnica para o combate à Erosão ..... 266

4.2.3 Elaboração de Cartilhas para Ensino Fundamental e Médio e para a comunidade em geral ..... 267

4.2.4 Elaboração de Material para a Mídia ..... 267

4.3 Programa de Educação Ambiental ..... 267

5. Programação das Atividades ..... 268

5.1 Atividades Previstas ..... 268

5.2 Cronograma de Ações ..... 269

6. Captação de Recursos ..... 270

7. Acompanhamento ..... 270

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 271**

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização.....27
Figura 2 – Mapa Geológico .....48
Figura 3 – Mapa de Compartimentação .....53
Figura 4a – Distribuição Percentual das Áreas das Sub-Bacias de Drenagem .....54
Figura 4b – Distribuição das Erosões por Sub-Bacias de Drenagem .....54
Figura 5 – Distribuição das Erosões por Ordem Hierárquica dos Canais .....56
Figura 6 – Mapa de Hierarquia.....57
Figura 7 – Focos Erosivos em cada Compartimento de Drenagem.....61
Figura 8 – Mapa de Densidade de Drenagem.....62
Figura 9 – Pontos de Amostragens .....66
Figura 10 – Granulometria de Sedimentos de Fundo.....68
Figura 11 – Totais Pluviométricos em seis Estações Analisadas.....78
Figura 12 – Estação Pluviométrica Fazenda Babilônia .....79
Figura 13 – Estação Pluviométrica Fazenda Taquari.....79
Figura 14 – Mapa Medidas Pluviométricas.....81
Figura 15 – Totais Pluviométricos Anuais da Fazenda Graúna .....80
Figura 16 – Chuvas na Cidade de Mineiros na Fazenda Graúna 1985 .....82
Figura 17 – Chuvas na Ciadade de Mineiros na Fazenda Graúna 1988 .....82
Figura 18 – Intensidade Máxima do Dia de Duração – Estação Fazenda Taquari – Outubro de 1996.....83
Figura 19 – Intensidade Máxima do Dia de Duração – Estação Fazenda Taquari – Novembro de 1996 .....84
Figura 20 – Intensidade Máxima do Dia de Duração – Estação Fazenda Taquari – Dezembro de 1996 .....85
Figura 21 – Intensidade Máxima do Dia de Duração – Estação Fazenda Taquari – Janeiro de 1997.....85
Figura 22 – Intensidade Máxima do Dia de Duração – Estação Fazenda Taquari – Fevereiro de 1998.....86
Figura 23 – Intensidade Máxima do Dia de Duração – Estação Fazenda Taquari – Março de 1999.....86
Figura 24 – Mapa de Compartimentação Geomorfológica.....90
Figura 25 – Mapa de Hipsometria .....93
Figura 26 – Mapa Clinográfico.....97
Figura 27 – Morfologia.....100
Figura 28 – Mapa de Solos.....104

Figura 29 – Esquema dos Grupos, Classes, Subclasses e Unidades de Capacidade de Uso ..... 109
Figura 30 – Mapa de Capacidade de Uso das Terras ..... 110
Figura 31 – Mapa de Aptidão Agrícola das Terras ..... 112
Figura 32 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão ..... 115
Figura 33 – Mapa de Uso das Terras para o ano de 1976 ..... 120
Figura 34 – Distribuição de Usos das Terras e Ocorrências Erosivas – 1976 ..... 121
Figura 35 – Distribuição de Usos das Terras e Ocorrências Erosivas – 1999 ..... 122
Figura 36 – Mapa de Uso das Terras para o ano de 1999 ..... 123
Figura 37 – Produção de Soja em Mineiros (1970/2000) ..... 124
Figura 38 – Mapa de Uso das Terras para o ano de 2003 ..... 126
Figura 39 – Distribuição das Terras e Ocorrências Erosivas – 2003 ..... 125
Figura 40 – Mapa de Discrepância ..... 128
Figura 41 – Discrepância e Ocorrências Erosivas ..... 129
Figura 42 – Mapa de Manejo das Terras ..... 130
Figura 43 – Fazenda Chitolina ..... 134
Figura 44 – Fazenda Fries I ..... 135
Figura 45 – Fazenda Potrich ..... 137
Figura 46 – Fazenda Santa Helena ..... 138
Figura 47 – Fazenda Fries II ..... 141
Figura 48 – Fazenda Jaboticaba ..... 142
Figura 49 – Fazenda F. Trentrin ..... 143
Figura 50 – Fazenda Sélia ..... 145
Figura 51 – Fazenda Vital Passinato ..... 146
Figura 52 – Fazenda Chitolina ..... 147
Figura 53 – Fazenda Cristiane ..... 148
Figura 54 – Fazenda Cabeceira Alta ..... 149
Figura 55 – Fazenda Três Fronteiras ..... 150
Figura 56 – Fazenda Babilônia ..... 153
Figura 57 – Fazenda Holândia ..... 154
Figura 58 – Fazenda Link ..... 155
Figura 59 – Fazenda Gonzáles ..... 158
Figura 60 – Fazenda Graúna ..... 159
Figura 61 – Fazenda Canaã ..... 160
Figura 62 – Fazenda Olho d'Água ..... 161
Figura 63 – Fazenda Olho d'Água II ..... 162
Figura 64 – Total de APP + Reserva Legal ..... 167

Figura 65 – Balanço de Reserva Legal .....167
Figura 66 – Balanço de Áreas de Preservação Permanente .....169
Figura 67 – Balanço dos Usos.....171
Figura 68 – Cálculo das Áreas de Declividades.....178
Figura 69 – Distribuição das Áreas de Altitude e Focos Erosivos.....178
Figura 70 – Cálculo das Áreas de Discrepância.....179
Figura 71 – Uso da Terra (2003) em Km².....179
Figura 72 – Aptidão Agrícola das Terras em Km² .....179
Figura 73 – Distribuição das Áreas de Suscetibilidade à Erosão Linear e Focos Erosivos .....180
Figura 74 – Geologia .....180
Figura 75 – Compartimentos Geomorfológicos em Km² .....180
Figura 76 – Morfologia.....181
Figura 77 – Sub-Bacias .....181
Figura 78 – Croqui Arara .....188
Figura 79 – Croqui chitolina.....189
Figura 80 – Croqui Holandia.....190
Figura 81 – Croqui Link .....191
Figura 82 – Croqui Olho D'água.....192
Figura 83 – Croqui Santa Helena .....193
Figura 84 – Mapa Geomorfológico - Boulet.....197
Figura 85 – Mapa Planialtimétrico .....202
Figura 86 – Mapa Planialtimétrico com Tratagem .....203
Figura 87 – Topossequências .....209
Figura 88 – Mapa Esquemático da Condutividade Hidráulica Saturada .....212
Figura 89 – Foto Montagem da Chitolina .....215
Figura 90 – Vista em Perspectiva 3D da Voçoroca Chitolina.....217
Figura 91 – Mapa de Risco à Erosão .....222
Figura 92 – Mapa de Sistemas Ambientais.....233
Figura 93 – Mapa de Recomposição da Área das Nascentes dos Rios Araguaia e Araguainha .....240

# ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição Geológica....49
Tabela 2 – Área. Comprimento e Perímetro das Sub-Bacias....52
Tabela 3 – Hierarquia da Rede de Drenagem e sua Distribuição na Bacia....56
Tabela 4 – Índice de Circularidade das Sub-Bacias de Drenagem....59
Tabela 5 – Classificação dos Valores de densidade de Drenagem....60
Tabela 6 – Cálculo de Densidade Hidrográfica e de Drenagem....60
Tabela 7 – Valores da Extensão Superficial da Bacia Compartimentada....63
Tabela 8 – Concentração Total de Sedimentos em suspensão....71
Tabela 9 – Parâmetros Físico-Químicos....73
Tabela 10 – Compartimentação Geomorfológicos em Km²....91
Tabela 11 – Distribuição das Áreas de Altitudes e Focos Erosivos....94
Tabela 12 – Cálculo das Áreas de Declividade....98
Tabela 13 – Morfologia em Km²....101
Tabela 14 – Comprimento de Rampa no Setor Sul da Alta Bacia do Rio Araguaia...102
Tabela 15 – Solos....106
Tabela 16 – Aptidão Agrícola das Terras....114
Tabela 17 – Distribuição das Áreas de Suscetibilidade à Erosão Linear....118
Tabela 18 – Cálculo das Áreas de Manejo 2003....132
Tabela 19 – Quadro Geral de Condições de Uso APP e Reserva Legal em 200....165
Tabela 20 – Cálculo das Áreas....166
Tabela 21 – Cálculo de Área Potencial de APP....170
Tabela 22 – Déficit e Demanda de Áreas....172
Tabela 23 – Dados Gerais e Nº de Erosões em 2001....183
Tabela 24 – Propriedades por Ordem de Tamanho e Erosões....185
Tabela 25 – Características Físicas do Solo LVA da Trincheira 9....210
Tabela 26 – Análise física do perfil do solo RQ - Trincheira 5....211
Tabela 27 – Matriz de Cruzamento de Áreas de Risco....219
Tabela 28 – Áreas de uso das terras e áreas de muito baixo risco à erosão linear...223
Tabela 29 – Áreas de uso das terras e áreas de baixo risco à erosão linear....224
Tabela 30 – Áreas de uso das terras e áreas de médio risco à erosão linear. ....226
Tabela 31 – Áreas de uso das terras e áreas de médio risco à erosão linear ....227
Tabela 32 – Áreas de uso das terras e áreas de risco iminente à erosão linear....228
Tabela 33 – Classes e áreas de risco à erosão linear e ocorrências erosivas....229
Tabela 34 – Classes e áreas de risco à erosão linear e discrepância de uso....230
Tabela 35 – Cálculo das Áreas de Sistemas Ambientais....234

Tabela 36 – Calculo da Área Total ..... 237
Tabela 37 – Cálculo da Área A ..... 237
Tabela 38 – Cálculo da Área B ..... 238
Tabela 39 – Cálculo da Área C ..... 238
Tabela 40 – Usos Atuais e Propostos ..... 241
Tabela 41 – Ações prioritárias por propriedade rural ..... 242
Tabela 42 – Sistema Ambiental I ..... 244
Tabela 43 – Sistema Ambiental II ..... 244
Tabela 44 – Sistema Ambiental III ..... 245
Tabela 45 – Sistema Ambiental IV ..... 245
Tabela 46 – Sistemas Ambientais, Criticidade e Tipos de ações prioritárias ..... 246
Tabela 47 – Cálculo das áreas - Fazenda Chitolina ..... 246
Tabela 48 – Cálculo das áreas - Fazenda I Milton Fries ..... 247
Tabela 49 – Cálculo das áreas - Fazenda Potrich ..... 247
Tabela 50 – Cálculo das áreas - Fazenda Santa Helena ..... 247
Tabela 51 – Cálculo das áreas - Fazenda II Milton Fries ..... 248
Tabela 52 – Cálculo das áreas - Fazenda Jaboticaba ..... 248
Tabela 53 – Cálculo das áreas - Fazenda Flávio Trentrin ..... 248
Tabela 54 – Cálculo das áreas - Fazenda Sélia ..... 249
Tabela 55 – Cálculo das áreas - Fazenda Vital Pasinato ..... 249
Tabela 56 – Cálculo das áreas - Fazenda Francisco Chitolina ..... 249
Tabela 57 – Cálculo das áreas - Fazenda Babilônia ..... 250
Tabela 58 – Cálculo das áreas - Fazenda Cristiane ..... 250
Tabela 59 – Cálculo das áreas - Fazenda Cabeceira Alta ..... 250
Tabela 60 – Cálculo das áreas - Fazenda Três Fronteiras ..... 251
Tabela 61 – Cálculo das áreas - Fazenda Gonzáles ..... 251
Tabela 62 – Cálculo das áreas - Fazenda Linck ..... 251
Tabela 63 – Cálculo das áreas - Fazenda Graúna ..... 252
Tabela 64 – Cálculo das áreas - Fazenda Olho D´água ..... 252
Tabela 65 – Cálculo das áreas - Fazenda Olho D´água II ..... 252
Tabela 66 – Cálculo das áreas - Fazenda Canaã ..... 253
Tabela 67 – Exemplo de espécies arbóreas e arbustivas indicadas ..... 260

# ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 – Visão Geral da Área Mostrando as 3 Zonas ..... 94
Foto 2 – Escarpas Erosivas ..... 95
Foto 3 – Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) ..... 107
Foto 4 – Neossolo Quartzarênico ..... 107
Foto 5 – Gleissolos ..... 107
Foto 6 – Visão Panorâmica da Superfície Geomorfológica ..... 200
Foto 7 – Visão Panorâmica do Colo Montante ..... 200
Foto 8 – Neossolo Quartzarênico ..... 204
Foto 9 – Neossolo Quartzarênico Exposto ..... 205
Foto 10 – Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) ..... 205
Foto 11 – Área de Risco Muito Baixo ..... 223
Foto 12 – Área de Risco Baixo no Topo ..... 225
Foto 13 – Área de Risco Médio ..... 226
Foto 14 – Área de Alto Risco ..... 227
Foto 15 – Área de Risco Iminente ..... 229

# PARTE I

# INTRODUÇÃO

# INTRODUÇÃO

## BREVE HISTÓRICO DO PLANO DIRETOR

Este ***Plano Diretor para Controle da Erosão Linear da área de abrangência das Nascentes do Rio Araguaia e Araguainha*** foi produzido com o objetivo de subsidiar as ações de controle da erosão linear instalada neea área e só foi possível graças à reunião de todo um acervo documental resultante de várias pesquisas realizadas na área, bem como em seus arredores, por várias equipes e pessoas, desde 1997. Resulta do esforço e da dedicação dessas pessoas que compartilharam a necessidade de se conhecer melhor a dinâmica da paisagem, de modo a entender o fenômeno erosivo que aí transparece na forma de grandes ravinas e, principalmente *voçorocas*, que vem comprometendo a qualidade de vida, o meio ambiente e a sócio-economia, tanto em nível local como regional, e que muito tem preocupado a comunidade direta ou indiretamente envolvida, além da administração pública, todos na busca de uma solução eficaz e duradoura para o problema.

Esse acervo é proveniente de estudos levados a cabo por duas grandes equipes de pesquisa. A primeira implementando programa de pesquisa intitulado **Diagnóstico, prognóstico e controle de processos erosivos lineares em áreas urbanas e rurais dos estados de Goiás e Mato Grosso**, coordenada pelo *Instituto de Estudos Sócio-Ambientais* – IESA – da Universidade Federal de Goiás/UFG, através do *LABOGEF* – Laboratório de Geologia e Geografia Física, em convênio com o *Instituto de Ciências Exatas e da Terra* – ICET – da Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT e o *Instituto de Geociências* – IG – da Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, implementados desde 1998 e 2000, respectivamente, com financiamento da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás e posteriormente do CNPq.

A segunda equipe implementando programa de pesquisa intitulado **Projeto de Recomposição Ambiental das Nascentes do Araguaia**, coordenado pela *Fundação Emas*, organização não governamental de Mineiros (GO), responsável pelo gerenciamento inicial das atividades e dos recursos captados pela *Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás* – SEMARH - junto ao Ministério do Meio Ambiente do Governo Federal destinados aos estudos básicos para fins de controle dos graves processos erosivos lineares existentes na área de 1998 a 2001. Estes estudos contaram com a colaboração da FIMES – Fundação Institucional de Ensino Superior de Mineiros (GO), da EMBRAPA/CNPMA (Jaguariúna/SP) e da TERRA CARTA,

empresa goiana de Geoprocessamento, Cartografia e Topografia Ltda, dentre outras. Paralelamente, convém ressaltar que o *Ministério Público dos Estados de Goiás e de Mato Grosso*, o IBAMA – GO e a APGM - *Associação dos Produtores de Grãos de Mineiros*, além da Prefeitura de Mineiros tiveram papel fundamental nesse processo, durante o tempo todo das pesquisas básicas.

Igualmente há que se dizer que o imenso e detalhado trabalho de levantamentos topográficos e de cadastro dos focos erosivos na área e fora dela, embora ainda na alta bacia do rio Araguaia, foram executados em 1998 por equipes da CELG – *Companhia Energética de Goiás* em conjunto com o IPT – *Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo*, a CPRM - GO e a AGIM – *Agência Goiana de Mineração* (à época METAGO), os quais tiveram um papel fundamental no diagnóstico dos processos relativos aos focos de grande porte instalados na área.

As duas grandes equipes realizaram diagnósticos em escalas diferentes, embora complementares, na busca de um entendimento das causas, da distribuição e da dinâmica atual dos fenômenos, com vistas a implementar ações de controle tanto corretivas, isto é, dos focos já existentes, como preventiva, ou seja, de maneira a evitar a instalação de novos focos. Tais equipes produziram um vasto acervo documental de diversas naturezas, tais como cartográfica, estatística, cadastral, dentre outras, material esse que foi selecionado, retrabalhado e organizado de modo a integrar diferentes partes deste Plano de Controle, principalmente a segunda parte que corresponde ao diagnóstico que subsidia as diretrizes e ações propostas.

Como se poderá constatar, a área de abrangência deste plano extrapola o divisor de águas da bacia nesse setor denominado de Nascentes dos rios Araguaia e Araguainha, o que foi feito de modo a compatibilizar os seus limites com os limites das propriedades rurais situadas na área. Nela foram reconhecidas e delimitadas pela Fundação Emas, três áreas para a implementação das ações de controle, denominadas de A, B e C, sendo a primeira a área-alvo prioritária de ações emergenciais, a B de ações mitigadoras e a C de ações preventivas, como ficara decidido em reunião técnica comunitária.

Nessa área A, especialmente na Fazenda Jacuba, encontra-se a ocorrência do foco conhecido como erosão Chitolina, uma espetacular *voçoroca* disposta perpendicularmente ao rio Araguaia, que já alcançava em 1998, ano em que foi cadastrada em detalhe, cerca de 1000m de extensão, mais de uma quinzena de metros de profundidade e havia causado a deposição de um espesso pacote de sedimentos que

acabaram por barrar o rio Araguaia, afogando e matando grande parte da vegetação ciliar ali presente, dentre outros impactos até hoje pouco conhecidos.

Tal foco foi objeto de estudos detalhados relativos à erosão propriamente dita e aos solos contidos em sua área de contribuição (bacia), numa perspectiva incomum em estudos pedológicos, por considerar a sua disposição em *continuum* ao longo de seções topográficas de solos longitudinais e transversais (topossequências), os quais conduziram a uma série de interpretações sobre os fluxos hídricos e às recomendações para controle. Estes trabalhos foram realizados por consultores com apoio da EMBRAPA/CNPMA (Jaguariúna/SP) e FIMES (Mineiros/GO).

Por fim, o IESA, já referido, em conjunto com a SEMARH, assumiu o término do *projeto de Recomposição Ambiental das Nascentes do Araguaia* consubstanciado num Plano de Controle, a partir dos entendimentos iniciados em agosto de 2003, quando ficou decidido que era importante e inadiável aproveitar o vasto material produzido, de modo a preservar a memória dos estudos realizados bem como oferecer documentos que reunidos e sistematizados pudessem subsidiar as ações de controle, tão necessárias e urgentes para a região e conseqüentemente para a alta e quiçá a média bacia do rio Araguaia, que se encontram consubstanciados no presente Diagnóstico (Parte II do Plano). Essa mesma equipe ficou encarregada também da elaboração do *Atlas Geoambiental das Nascentes dos rios Araguaia e Araguainha – Condicionantes dos Processos Erosivos Lineares*, que acompanha este Plano Diretor, como material de difusão com fins de conscientização da população em geral e de fornecer subsídios às ações de planejamento.

## PRESSUPOSTOS DO PLANO DE CONTROLE

Convém ressaltar que a análise conclusiva do diagnóstico a respeito das áreas ou setores de risco para fins de elencamento das ações indicadas neste Plano de Controle pressupôs o entendimento e conseqüente emprego dos termos que sustentam a sua filosofia. Dentre eles alguns conceitos específicos tornaram-se norteadores, como os que são apresentados e discutidos a seguir:

> ***Degradação*** – dois conceitos foram aqui considerados: o contemplado na legislação federal (decreto federal 97.632/89), que sinaliza na direção de que este termo trata essencialmente da degradação *do solo* e a explica como “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se reduzem algumas de suas

propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais"; e o da ABNT (1989) que a considera como "alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento quanto os potenciais". Assim, considerou-se a área aqui enfocada como degradada por resultar diretamente de situações de desequilíbrio resultante da intervenção no meio físico que afetaram áreas de preservação permanente, recursos hídricos e, sobretudo terras com uso agropecuário intensivo e produtivo.

***Recuperação*** – também com base na ABNT (1989) foi aqui entendida, resumidamente, como o restabelecimento de condições próximas às condições anteriores à degradação de uma área, devolvendo-lhe o equilíbrio e a estabilidade dos processos ambientais ali atuantes anteriormente; trata-se, segundo a lei federal 97.632/89, do "retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente", tal como foi aqui utilizado.

***Reabilitação*** – também aqui adotado com base na ABNT (1989), que é entendida como uma destinação ou uso a ser dado a uma dada área de acordo com projeto prévio e em condições compatíveis com o seu entorno, portanto trata-se de reaproveitar a área para uma outra finalidade, tal como foi aplicada para setores específicos da área aqui enfocada.

Segundo BITAR E BRAGA (1995) o termo *Recuperação* englobaria o de *Reabilitação*. Lembram também esses autores que outros termos vêm sendo utilizados em planejamento, como ***Remediação*** para áreas contaminadas por poluentes presentes em subsuperfície (solo e águas subterrâneas), com vistas à sua neutralização ou transformação e ***Regeneração*** quando se trata das possibilidades naturais dos vegetais em recolonizarem uma área, a exemplo do que se diz em biociências. Em vista da ausência de dados relativos à poluição, em especial a relacionada com o uso de agrotóxicos em geral, a remediação não foi aqui tratada, porém a *Regeneração* foi aqui entendida e empregada como possível para as áreas de preservação permanente tais como matas ciliares, escarpas e bordas de escarpas, mesmo que induzidas por ações de planejamento, o que significa que foi considerada a utilização preferencial de espécies nativas.

Ainda segundo BITAR E BRAGA (1995), a Recuperação de áreas cujo meio físico foi degradado envolve ações básicas e em muitos casos indissociáveis, a saber: a

***correção*** – que visa o equilíbrio dos processos e a ***manutenção*** que visa evitar a reativação dos processos de degradação e a decorrente anulação das medidas corretivas. Desse modo, pretendeu-se aqui elencar medidas duradouras e eficazes, adotando-se os pressupostos contidos nesses dois termos.

De acordo com FORNASARI FILHO e AMARANTE (1986), uma área degradada poderá receber ações voltadas para a restauração, a recuperação ou a reabilitação. Aqui foi entendido e assumido que as três possibilidades foram consideradas simultaneamente para os diferentes setores e seus graus de risco à erosão encontrados na área.

Como lembra a UICN, PNUMA, WWF (1991) os sistemas degradados são classificados como insustentáveis, e sua recuperação ou reabilitação os reconduziria à condição de potencialmente sustentáveis. Assim, foi aqui considerada a área como ambiental e *potencialmente sustentável*, desde que seja objeto de ações implementadas de modo articulado e intencional, com base nos instrumentos legais e operacionais, o que significa considerar o custo ambiental e não apenas o econômico, numa visão de sustentabilidade mais compatível com a filosofia inicialmente empregada para este termo. Nesse sentido, os termos ***Recomposição Ambiental*** proposto no Projeto Inicial relaciona-se tanto com a restauração como recuperação ou reabilitação da área.

A seguir, a título de esclarecimento, são resumidos os objetivos dos projetos coordenados pelas duas equipes já relatadas.

# OBJETIVOS

## OBJETIVOS DO PROJETO DIAGNÓSTICO, PROGNÓSTICO E CONTROLE DE EROSÕES URBANAS E RURAIS NOS ESTADOS DE GOIÁS E MATO GROSSO – IESA/UFG

Conhecer a gênese e a dinâmica de processos erosivos lineares em áreas urbanas (Alexânia) e rurais (Alta Bacia do Rio Araguaia) no estado de Goiás e Mato Grosso, com vistas à análise de suas conseqüências sócio-ambientais e a elaboração de propostas de controle preventivas e corretivas.

Para tanto, como objetivos técnico-científicos para as áreas rurais propôs-se:

- Caracterização físico-territorial e geotécnica das áreas e materiais, abrangendo aspectos da ocupação, sistema viário, hidrografia, substrato geológico, formas de relevo, tipos de solos, condições climáticas, tipos de vegetação, utilização atual das terras, suscetibilidade e riscos erosivo; inteiramente voltada para identificação e diagnóstico dos fatores condicionantes das erosões, das características relativas à dinâmica atual dos processos erosivos e da capacidade de uso rural das terras;

- Realização de diagnósticos das erosões lineares com ênfase para aquelas que apresentam maior grau de criticidade e elaboração de carta de risco a erosão linear;

- Proposição de medidas de contenção, correção e prevenção para as áreas e erosões diagnosticadas, através do reordenamento físico-territorial de uso do solo e da concepção de projetos de controle e de diretrizes de ação;

- Desenvolvimento ou aprimoramento, em particular, de metodologias para diagnóstico, prognóstico e controle de erosões em áreas rurais no âmbito de sub-bacias ou microbacias em ambiente de cerrado;

**OBJETIVOS DO PROJETO ORIGINAL – RECOMPOSIÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES DO ARAGUAIA – FUNDAÇÃO EMAS**

O Projeto denominado “Recomposição ambiental na área das nascentes do rio Araguaia”, buscou a implementação de práticas adequadas de manejo do solo e recursos hídricos, com enfoque principal na região da Voçoroca Chitolina.

Especificamente pretendeu-se:

1. Conhecer os aspectos geoambientais e sociais da região (Área A);

2. Conscientizar e envolver os produtores rurais da região e a população do município para adoção de medidas de manejo adequado dos recursos naturais na área de abrangência do projeto visando a manutenção e conservação dos solos e recursos hídricos (Áreas A, B e C);

3. Monitorar os resultados alcançados pelas ações do Projeto (Áreas A, B e C);

4. Recuperar as áreas de preservação permanente e reserva legal (Área A);

Reduzir os efeitos das obras de natureza mecânica e outros que possam estar contribuindo com o processo erosivo (Áreas A e B) - (Estradas, cercas, terraços etc...);

6. Estabilizar o processo erosivo na Voçoroca Chitolina (Área A);

Esses dois conjuntos de objetivos dessas equipes se complementam no sentindo de que convergem principalmente na elaboração de um diagnóstico como base de ações de recomposição ambiental e termos de recuperação das áreas degradadas e se complementa no sentido de que o primeiro enfatiza a pesquisa acadêmica aplicada, o segundo já antecipa propostas. Assim, da convergência e complementação foram propostos os objetivos deste Plano, como a seguir.

## OBJETIVOS DO PLANO DE CONTROLE

O **objetivo geral** deste Plano de Controle da Erosão é apresentar um diagnóstico e um prognóstico Geoambiental relativo aos processos erosivos lineares na área de abrangência das Nascentes dos rios Araguaia e Araguainha, como subsídio às ações de controle preventivo e corretivo, numa perspectiva prioritária de recuperação e revegetação, em sintonia com o projeto inicial de Recomposição Ambiental das Nascentes do Araguaia, cuja área foi aqui entendida como incluindo as terras da bacia expandida para além do divisor de águas, contemplando as áreas A, B e C anteriormente delimitadas, como já exposto.

Especificamente, pretende-se neste Plano de Controle:

- apresentar o problema e dados relacionados, à luz de uma base teórica e metodológica de modo a situá-lo no contexto da área focada e a interpretá-lo com fins de controle;

- reunir e reorganizar o acervo documental existente e aproveitável para fins de elaboração de diagnóstico e prognóstico da área enfocada com base nos resultados obtidos no projeto de Pesquisa Diagnóstico, Prognóstico e Controle de Processos Erosivos Lineares nos estados de Goiás e Mato Grosso implementado pelo IESA/UFG e no Projeto de Recomposição Ambiental das Nascentes do Araguaia implementado pela Fundação Emas;

- elaborar uma síntese interpretativa a partir da identificação e delimitação das áreas de suscetibilidade e de risco à erosão, em relação ao uso e manejo atuais, com vistas a estabelecer ações a serem implementadas visando a recuperação das subáreas degradadas;

- elencar medidas de controle preventivo e corretivo do fenômeno erosivo na área a partir de programas específicos em função dos riscos constatados e a prevenção em termos de priorizar a redução da magnitude dos processos erosivos e de reorientação da ocupação do uso e manejo das terras, de modo a minimizar os impactos, com ênfase numa perspectiva preventiva, apoiada em ações de programas específicos.

# *CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA*

O objeto deste Plano de Controle corresponde à aqui denominada *área das nascentes dos Rios Araguaia e Araguainha*, expandida até o limite das propriedades rurais de interesse deste Plano de Controle, como apresentada na Figura 1. Localiza-se entre as coordenadas 17° 50' 00" e 18° 05' 00" de Latitude Sul e 52° 59' 00" e 53° 15' 00" de Longitude Oeste, cuja delimitação foi motivada, principalmente, pela elevada concentração de focos erosivos lineares do tipo ravinas e voçorocas de grande porte associadas às nascentes dos Rios Araguaia e Araguainha e seus tributários, localizadas em prolongamento ou perpendicularmente aos canais fluviais (Figura 1).

Abrange terras sobretuto dos Estados de Goiás e Mato Grosso, cuja divisa encontra-se no próprio rio Araguaia. Uma parte muito reduzida marca a divisa na porção sudoeste da área entre esses estados e o estado Mato Grosso do Sul, que aqui não foi demarcada em função da escala do trabalho. A área abranfe aproximadamente 367,6 km², sendo que cerca de 164,79 km² localiza-se em terras goianas, integrando a Mesorregião do Sudoeste Goiano. Os municípios e as cidades mais próximas são Alto Taquari (MT) e Mineiros(GO) e a principais rodovias são a MT-100 e as GO 341.

A localização precisa do contorno das áreas A, B e C, de acordo com o Projeto Recomposição Ambiental das Nascentes do Ro Araguaia (FEMAS, 2000) é a seguinte:

Área “A” - Na Foz do Ribeirão Preto está o Ponto “A” – PA, pelo Ribeirão Preto acima obedecendo a uma linha auxiliar no rumo geral WE de aproximadamente 4.500m, MP1, daí segue pela vertente a direita até o Capão de Mato numa distância aproximadamente de 1.700m onde está o MP2, daí pela divisa de áreas de Milton Fries e Celso Fries numa distância 2.650m até o MP3, daí segue por um aramado com distância de 1.000m, até o MP4 seguindo o aramado entre a terra de Milton Fries e outro numa distância de 1.350m está o MP5 seguindo a mesma divisa até o Rio Araguaia numa distância de 2.300m chegando ao MP6, finalizando pelo Rio Araguaia abaixo numa distância de 3.150m até a Foz do Ribeirão Preto, onde iniciou-se o caminhamento delimitando uma área de 1.500 ha (área correspondente à microbacia da Voçoroca Chitolina). Área “B” – partindo da nascente A estabelece-se o P.A.; daí segue em direção ao sul, numa distância de 2.750m até alcançar a GO 341 - MP1; daí segue pela GO 341, no sentido Baús / Mineiros, 18 km até o km 85 - MP2, daí a esquerda em linha reta até a cabeceira do ribeirão preto, numa distância aproximada de 5.400m, até o MP3. por este ribeirão abaixo até sua foz no Rio Araguaia, onde está o MP4 8.750m pelo rio Araguaia acima até o ponto de partida da nascente a, numa distância 20 km onde iniciou-se esta descrição, numa área de aproximadamente 13.868 ha. área “C” - o P.A. foi tomado como partida no km 103 da rodovia GO 341, seguindo no rumo geral NW numa distância de 14.750m em linha reta até a rodovia MT 100, no MP1, daí rumo ao Alto Taquari pela mesma rodovia mais 15.000m até o MP2, deste ponto em rumo geral NE ao rio Araguaia em linha reta 12.250m MP3; daí subindo o rio Araguaia mais 1.500m até a foz do Ribeirão Preto em Goiás, indo por este até sua nascente principal no MP5; daí em linha reta na direção da rodovia GO 341 até o km 85, chegando no MP6, finalmente pela rodovia GO 341 até o km 103 onde teve início esta descrição, totalizando uma área aproximada de 36.500 ha. Fonte: FEMAS (2000)

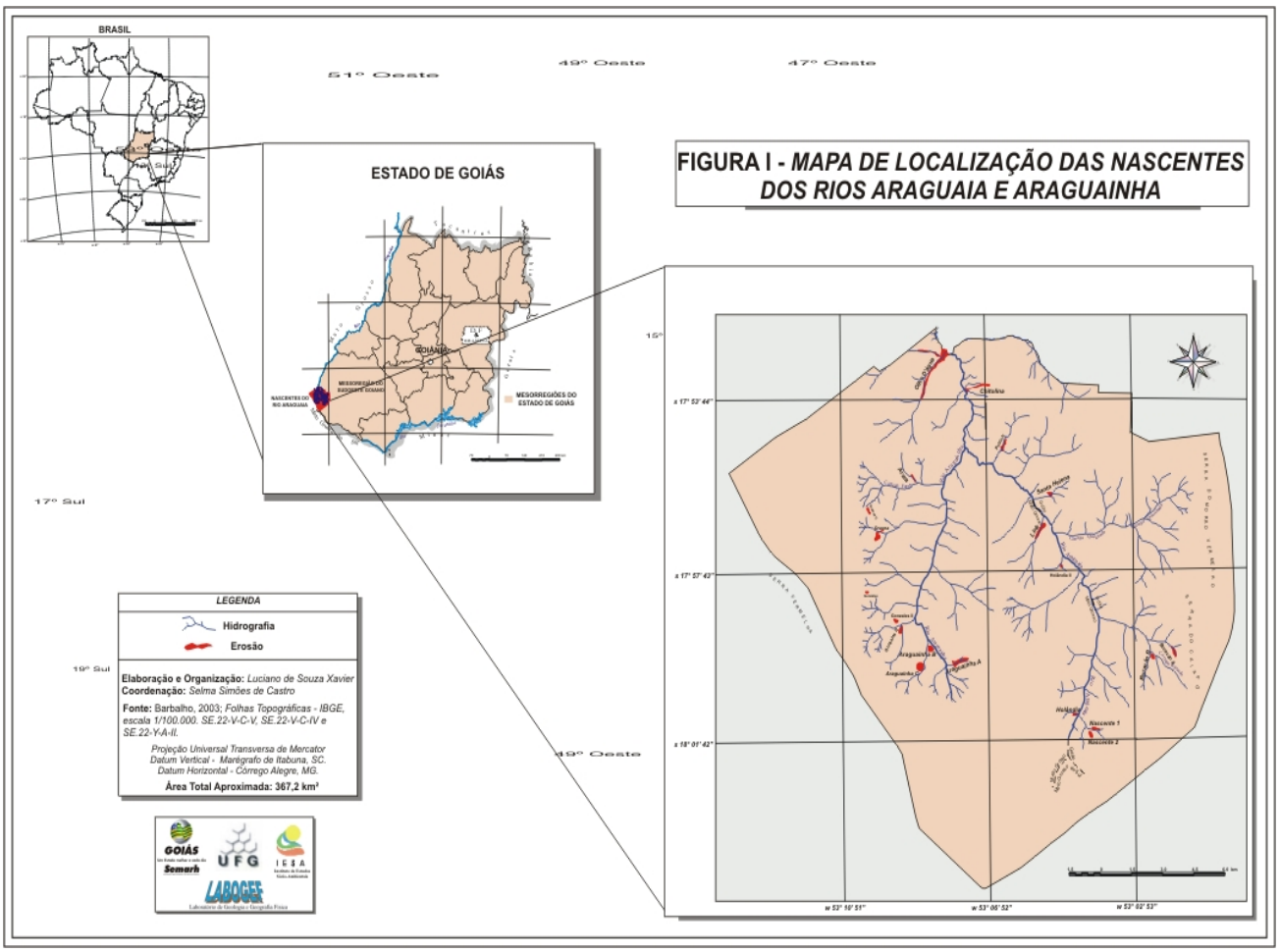



**FIGURA I - *MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA***

Caracteriza-se por apresentar uma paisagem marcada por uma imponente superfície cimeira com formas tabulares, conhecida como Chapada, recoberta pelos Sedimentos Terciários – Quartenários Detríticos – Lateríticos, material de origem dos espessos solos argilosos aí encontrados. Suas altitudes são superiores a 800m e recebe localmente algumas denominações cujas principais são Serra de Caiapó e Morro Vermelho, do lado goiano, e Serra Vermelha, do lado mato-grossense. Seus limites correspondem à uma zona escarpada, com cerca de até 100m de desnível, variados de grandes declives, de até 45%, até mais suavizadas, de 20%, que a separam de uma zona rebaixada. A zona escarpada foi desenvolvida por processos de dissecação mais recente. Junto às bordas da Chapada e na parte superior das escarpas instalam-se numerosas nascentes, dentre elas as dos rios Araguaia e Araguainha, com padrões dendríticos de maior densidade, típicos de áreas de dissecação de bordas de chapadas.

A zona rebaixada apresenta colinas amplas e médias, constituindo interflúvios alongados, às vezes com topos tabulares, separados por uma rede de canais de drenagem menos densa que a anterior, embora de padrão similar, com altitudes que variam de 250 a 650m e declividades que raramente ultrapassam 8%, podendo chegar localmente a 12 ou 20% próximo às escarpas. Nessa zona encontram-se ainda as planícies dos dois principais rios da área, Araguaia e Araguainha, com declives muito baixos e mesmo relevo plano, onde dominam sedimentos recentes, quaternários. Próximo à zona escarpada ainda encontram-se alguns morros tabulares residuais, com altitudes intermediárias entre aquelas da Chapada e da zona rebaixada.

Dominam na Chapada e morros residuais tabulares os solos espessos, argilosos a areno-argilosos, denominados de Latossolos, cujo potencial agrícola é maior do que os solos arenosos finos conhecidos como Neossolos Quartzarênicos (ex: Areias Quartzosas) que dominam na zona rebaixada.

Ambos apresentam fertilidade baixa, são ácidos e freqüentemente ricos em alumínio. Os focos erosivos, 14 de grande porte, e 6 de médio porte, totalizando 20, concentram-se mais na zona rebaixada, em prolongamento das nascentes ou perpendicularmente aos canais de drenagem.

Até meados dos anos 70, dominava o Cerrado nessa área, embora já apresentasse atividade pecuária extensiva, que veio sendo gradativamente ocupada por atividades agrícolas, sobretudo o cultivo de grãos, com ênfase na soja, mais recentemente em rotação com milho, milheto ou sorgo, além do cultivo do algodão, os quais dominam principalmente na Chapada, mas que começam a substituir, sobretudo

nos últimos 5 anos, as zonas antigas de pastagens formadas da zona rebaixada. As práticas conservacionistas foram e ainda são executadas nas fazendas, sobretudo de camalhões (curvas em nível), além dos terraços. As matas ciliares, de escarpas e de nascentes foram em grande parte atingidas pelo processo de ocupação agropecuária, e não se observa a prática generalizada de implantação ou de manutenção de reservas legais, sendo que algumas das existentes apresentam problemas de localização e algumas fazendas não as tem, embora possuam áreas com vegetação nativa suficientes para essa finalidade.

Muitas estradas vicinais e mesmo as rodovias estaduais não apresentam práticas eficazes de disciplinamento do escoamento das águas pluviais e sofrem desvios constantes quando atingidas por processos erosivos ou quando não recebem a manutenção necessária, o que acarreta grandes prejuízos ao escoamento da produção e fluxo de passageiros e mercadorias em geral, dirigidos sobretudo para a região sudoeste e norte.

Há projetos de hidroelétricas no rio Araguaia nas proximidades bem como trechos da ferrovia Ferronorte.

# *EROSÃO HÍDRICA LINEAR: CONCEITOS E BASES PARA A COMPREENSÃO DOS PROCESSOS*

## CONCEITO E TIPOS DE EROSÃO

Erosão é o processo de desprendimento e transporte das partículas do solo, de sedimentos e das rochas. Esse fenômeno é natural em nosso planeta e pode ser desencadeado por vários agentes, como o impacto da chuva nos solos, o escoamento das águas pluviais pelos terrenos; o escoamento das águas que se infiltram nos solos e que o escavam por dentro; o impacto das águas dos rios contra as suas margens; dos mares contra os rochedos; do gelo que escorrega encosta abaixo e vai escavando os terrenos; do vento que levanta e leva as partículas do solo; das canalizações que lançam águas nas encostas e até pelos animais que pisoteiam o solo. Assim, quanto à sua natureza ela pode ser chamada de pluvial, de fluvial, de marinha, de eólica, de antrópica e outras.

Quando a erosão acontece sem a intervenção humana, fala-se que ela é geológica ou "normal". Graças a ela, muitos terrenos foram esculpidos e desenvolveram-se formas variadas de relevo terrestre e também os canais dos rios e seus vales, dentre outras. Entretanto, quando a erosão acontece porque o terreno ficou desprotegido em função do uso e manejo implementado, ela pode acontecer de um modo bastante rápido, isto é, pode se desenvolver em menos tempo do que levaria em condições naturais. Então, diz-se que é erosão *acelerada*.

A erosão sempre acarreta, como conseqüência, outro fenômeno que é o de sedimentação, isto é, quando cessa o transporte, as partículas se depositam formando pacotes chamados de depósitos. Quando isso acontece no tempo geológico os sedimentos podem se consolidar e formar bacias sedimentares. Se os sedimentos não foram consolidados, não se transformaram em rochas eles podem se depositar até temporiariamente, dentre outros lugares, nos fundos dos vales ou em outros pontos nas encostas, nas margens fluviais, como o que acontece na porção terminal de ravinas e voçorocas, ou nas encostas na forma de areais, podendo soterrar culturas, estradas e outras construções humanas, como os reservatórios. Nestes casos chama-se o depósito de assoreamento, o qual instabiliza as condições hidráulicas dos terrenos, promovendo enchentes, perdas da capacidade de armazenamento de água e de produção de energia. Quando cobrem extensas áreas lhe atribuem o nome de arenização que podem mesmo servir para novos desertos de origem antrópica, a chamada desertificação, quando

extensas áreas estão debaixo de pacotes espessos de areias que podem se tornar estéreis para a vida e a produção agropecuária.

Em países tropicais úmidos e subúmidos como o nosso, a erosão hídrica é o processo mais comum, pois que a chuva é abundante, as rochas se alteram mais intensa e profundamente e a dissecação do relevo é acentuada. O agente da erosão hídrica é chuva e o subseqüente escoamento das águas pluviais em superfície ou em subsuperfície dos terrenos. Trata-se dos fenômenos chamados pluvioerosivos.

A trajetória esperada das águas da chuva, depois de caírem no solo, é a de se infiltrar e percolar dentro dele, onde servirão às raízes das plantas e outros fenômenos e até que uma parte possa atingir e alimentar o lençol freático, fenômeno conhecido como *recarga*. Da recarga regular é que se alimentam, por exemplo, as nascentes dos rios. Mas, quando isso não acontece dessa maneira, ou seja, a água não se infiltra ou não adequadamente e se acumula em superfície, é que a erosão pode acontecer quando a água busca partes mais baixas do relevo e se instala o escoamento das que acarreta o desequilíbrio hidráulico do meio. Em conseqüência, a recarga fica comprometida e pode também aparecer uma série de outros problemas, como diminuição da vazão das nascentes, dos córregos e ribeirões ou ainda enxurradas, enchentes e assoreamento.

Certos terrenos são mais suscetíveis que outros aos processos erosivos. A instalação e desenvolvimento da erosão dependem da natureza dos solos e rochas, do clima, do relevo, das extensões e desnível das encostas, do tipo de cobertura vegetal e do uso e manejo das terras, dentre outros. São os fatores condicionantes da erosão. Uma vez deflagrada a erosão, esses fatores controlam os seu processo evolutivo que se torna cumulativo e progressivamente mais complexo, dificultando cada vez mais o seu controle.

## FATORES CONDICIONANTES DA EROSÃO HÍDRICA

### Clima

O elemento climático que mais influencia na erosão é a chuva, definida como a quantidade, velocidade e energia com que cai de forma contínua em um período mais ou menos longo. Inicia-se pelos impactos das gotas de chuva nos terrenos e individualiza-se através de suas características de intensidade, duração e freqüência. Chuvas de grande intensidade e duração são as de maior impacto erosivo, quando a aceleração do processo erosivo é máxima. Chama-se de erosividade ao potencial erosivo da chuva

entendido como produto da energia cinética total das gotas e sua intensidade máxima em 30 minutos. A erosividade média anual com base na precipitação média mensal das chuvas e na precipitação média anual pode conduzir aos valores que se constituem em isoerodentes (linhas que unem pontos de iguais potenciais de erosão) de uma dada área.

Relevo (ou Topografia):

O tamanho e a quantidade do material em suspensão arrastado pela água depende do seu volume e da velocidade com que ela escorre e essa velocidade depende do comprimento de rampa (ou de vertente) e da declividade do terreno. Outros aspectos da topografia do terreno merecem ser considerados como a forma do relevo, uma vez que podem aumentar a velocidade e facilitar ou não a concentração dos fluxos e determinar o tipo de escoamento (difuso ou concentrado). Formas de relevo côncavas (embaciados) e declivosas favorecem o escoamento superficial concentrado. Formas convexas são dispersoras de fluxos e podem favorecer mais o escoamento difuso. Vertentes longas favorecem mais à erosão porque podem aumentar a energia da enxurrada. Maiores desníveis altimétricos entre os topos e os fundos de vale podem favorecer a erosão por aumentarem a velocidade e a energia cinética do escoamento; se forem curtas podem acarretar alta energia de impacto.

Solo

A maior ou menor resistência de um solo à erosão pela ação da água é devida às suas propriedades físicas, que atuam de diferentes formas, mesmo em solos expostos a condições semelhantes de topografia, chuva e cobertura vegetal. As principais propriedades são: a textura, a estrutura, a porosidade e permeabilidade.

A *textura* influi na capacidade de infiltração e de absorção de água bem como no grau de coesão de um solo. Solos com textura arenosa permitem uma boa infiltração das águas pluviais, entretanto, por terem pouca ou nenhuma argila, apresentam baixa coesão das partículas, o que lhes confere maior facilidade de remoção, mesmo diante de pequenas enxurradas, principalmente se estiverem sem cobertura ou com cobertura descontínua e de baixa densidade.

Solos com gradiência textural (arenoso o horizonte superior e argiloso no inferior, como os argissolos, ou os latossolos empobrecidos em argila na superfície, por exemplo) apresentam comportamentos contrastados em termos de permeabilidade, maior acima e menor abaixo, podendo acumular água infiltrada no limite entre os dois, provocando a formação de níveis saturados e/ou de lençóis suspensos nesse contato que poderão fluir

lateralmente, favorecendo a remoção da sua parte superior na forma de enxurrada ou até de movimentos de massa (por exemplo, solifluxão). A textura influi na porosidade, pois se predominam partículas grosseiras a permeabilidade é maior, dando-se o inverso em solos argilosos maciços. Estudos realizados pelo IPT (1986) confirmaram que os solos com textura arenosa e textura média, incluindo-se nesta os Latossolos, correspondem, quanto ao condicionante pedológico, ao principal fator de desenvolvimento dos processos erosivos (Salomão, 1999).

A *densidade* do solo é a relação entre a sua massa total e o volume, que é inversamente proporcional à porosidade e permeabilidade. Com a acumulação residual de areias ou com a compactação de solos argilosos ou mesmo de textura média, observa-se um aumento da densidade e, como resultado incorre na diminuição dos macroporos e em função disso o solo torna-se mais erodível, já que a água não infiltrada irá se acumular na sua superfície ou logo abaixo dela (no nível compactação por pé-de-grade) empoçando ou, com o declive, escorrer vertente abaixo.

A *estrutura* interfere na medida em que influi na capacidade de infiltração, pois dela depende também a porosidade. Esta, se em geral for predominantemente maior que 30µm (macroporosidade) é boa condutora, resulta em boa permeabilidade, ao contrário, se for fina (capilar ou microporosidade) resulta em dificuldade de infiltração e em maior retenção do que conseguiu infiltrar, podendo ser saturada rapidamente. Solos arenosos constituídos de areias grossas ou médias costumam apresentar estrutura maciça incoerente e boa permeabilidade, mas os finos não, porque a porosidade é também fina que reduz a taxa de infiltração. Solos argilosos desde que com estrutura granular pequena a muito pequena e bem desenvolvida (microagregada) podem apresentar boa permeabilidade, caso contrário não.

As *propriedades químicas, mineralógicas e biológicas* dos solos também exercem influência. Solos ácidos e quimicamente pobres, se ricos em oxihidróxidos de ferro e alumínio, podem microagregar e apresentar boa permeabilidade. Solos com muitas bases tendem a apresentar estruturas prismáticas ou em blocos separados por uma rede de fendas e fissuras mas com o interior deles com poucos poros, o que restringe a porosidade circulação da água ao espaço entre os torrões, diminuindo a permeabilidade. Os teores de matéria orgânica decomposta e incorporada aos solos permitem agregação pequena e arredondada, o que aumenta a porosidade e melhora a permeabilidade, dando-se o contrário em solos que perderam este componente ou este ocorre em baixas quantidades e profunidades. Argilas expansivas costumam ser pouco estáveis em água, ao contrário das caulinitas; as ilitas costumam apresentar comportamento intermediário.

A *espessura* dos solos também influencia em sua resistência à erosão. Solos rasos podem saturar rapidamente e favorecer o desencadeamento de enxurradas.

Chama-se *erodibilidade* à capacidade erosiva de um solo, ou seja, à sua resistência; de *suscetibilidade* ao seu potencial erosivo natural e de *risco à erosão* à real possibilidade de ocorrência de processo erosivo. Esses termos envolvem parâmetros que permitem avaliar o comportamento dos solos, face à erosão, em geral classificados como fortes, moderados, fracos e nulos, admitindo-se níveis intermediários e termos similares.

Todas essas características e propriedades dos solos devem ser avaliadas em conjunto para um bom diagnóstico; além disso, deve-se avaliar a distribuição de diferentes solos na paisagem em continuidade uns aos outros porque às vezes um solo menos resistente em posição superior de encosta pode influenciar o outro imediatamente abaixo. Chama-se a este tipo de levantamento de *topossequência*, que corresponde à sucessão vertical e lateral de horizontes do solo e suas transições ao longo de um eixo topográfico (Boulet, 1987; Queiroz Neto, 1987).

Vegetação

Os efeitos da vegetação de boa cobertura são, principalmente, o de proteção contra o impacto direto das gotas de chuva na superfície do solo; a dispersão e quebra da energia do escoamento superficial; o aumento dos poros por ação das raízes e o aumento da retenção e absorção de água devido ao aumento de matéria orgânica incorporada ao solo, o que reflete diretamente sobre a infiltração. Solos sem cobertura ou com cobertura rala ou descontínua tornam-se mais vulneráveis aos processos erosivos, a começar pela exposição de partes consideráveis aos impactos da chuva.

Ação Antrópica

O manejo das terras e os sistemas de cultivo, bem como a ocupação urbana e viária, são fatores determinantes e decisivos para o surgimento de processos erosivos. Quaisquer solos submetidos a cultivos podem perder a estrutura original em agregados; como conseqüência ocorre uma redução dos macroporos (que favorecem a infiltração da água) e o aumento dos microporos (que favorecem a retenção e dificultam a infiltração) e da densidade dos solos que costuma ser maior quando os solos estão com a macroporosidade reduzida ou mesmo ausente (solos muito compactados). A intensidade dessas mudanças depende do tipo de solo e do manejo utilizados. Os efeitos mais danosos dos sistemas de manejo são relacionados ao revolvimento intensivo do solo, duas ou mais vezes ao ano, principalmente quando eles estão mais expostos à ação das

chuvas e quando não se promove a adição de resíduos orgânicos para recomposição e manutenção dos teores de matéria orgânica do solo. Estes, dentre outros, são fatores de instabilização dos agregados e dos desequilíbrios estruturais que favorecem a erosão, porque soltam as partículas.

Após a deflagração do processo erosivo acelerado pela ação antrópica, se não forem adotadas práticas conservacionistas (preventivas) e corretivas de uso e manejo, o processo tende a evoluir e se tornar cada vez mais complexo e mais caro em termos de contenção. O ideal é elaborar-se um plano de manejo por profissionais competentes baseado na real capacidade de uso do solo (LEPSCH et al, 1991) e/ou na aptidão das terras (RAMALHO e BEEK, 1996), cuja diferença principal reside no fato de que a primeira explica as imitações e a segunda apresenta também alternativas de manejo envolvendo níveis tecnológicos crescentes de manejo que podem potencializar o uso e prevenir problemas.

## DESENVOLVIMENTO DA EROSÃO HÍDRICA

O início da erosão hídrica se dá com o impacto das gotas de chuva no solo (efeito *splash* ou de salpico) que imprimem energia, na forma de turbulência, à água de superfície e atritam os terrenos. As partículas soltas se espalham e podem preencher pequenas reentrâncias ou poros da superfície, entupindo o solo e dificultando a infiltração da água, que passa a se acumular na superfície. Isto é o que se chama de *selamento.* A água forma poças (*empoçamento*) que vão se enchendo e transbordam, passando a escorrer para pontos mais baixos (escoamento superficial). Mas pode acontecer também da água ao infiltrar-se e saturar o solo, igualmente dificultar a infiltração das águas que sobrevêm.

O escoamento superficial pode se dar de um modo espalhado em lâminas ou filetes de água, (escoamento superficial difuso), ou seguir caminhos preferenciais, alongados, para jusante, aproveitando de irregularidades existentes nos terrenos, como trilhas de gado ou de animais (antas, queixadas etc), caminhos, cercas e outros onde se concentra formando canais (escoamento superficial concentrado). No primeiro caso provoca a chamada *erosão laminar* e no segundo *erosão linear* ou em canais.

A *erosão laminar* remove lentamente as finas camadas superficiais do solo de modo imperceptível, que pode ser observada quando, em culturas perenes, as raízes tornam-se expostas. Já a *erosão linear* é rapidamente percebida na forma de rasgos na

terra, que quando são rasos ainda podem ser corrigidos pelas máquinas durante o preparo do solo para o cultivo, porque em geral atingem até 50cm, mas, quando mais e mais profundos recebem outros nomes como ravinas e voçorocas.

As *ravinas* nascem e crescem apenas pelo atrito das águas do escoamento superficial (IPT, 1986). Mas as voçorocas (termo originado do tupi-guarani "*ibi-çoroc*" que significa terra rasgada segundo Pilcher,1953) são as mais graves porque envolvem mecanismos mais complexos, ligados aos fluxos superficiais e também subsuperficiais da água infiltrada. Freqüentemente apresentam fluxo de água livre e contínuo no seu fundo, alimentado pelo “vazamento” do lençol freático, que, nesse caso foi interceptado pelo rasgo da terra, e que fica minando nas suas paredes (taludes) na forma de surgências ou através de verdadeiras tubulações naturais chamadas de dutos ou *piping*, como o fenômeno é conhecido internacionalmente.

Fenômenos como enxurradas na superfície, de grande poder erosivo, além de solapamentos, escorregamentos e desmoronamentos das paredes laterais das voçorocas são comuns. Estes são rápidos e intensos e chamados de *movimentos de massa* que são responsáveis pelo seu alargamento e evolução. Por isso, as voçorocas necessitam de medidas de maior envergadura para sua contenção, não raro envolvendo obras de engenharia, principalmente quando atingem cidades e estradas.

As ravinas apresentam taludes laterais em U e praticamente não revelam feições ligadas a movimentos de massa. Já as voçorocas apresentam essas evidências na forma de deslizamentos, desmoronamentos, além de outras feições associadas como marmitas, alcovas de repressão, “ilhas” residuais no seu interior, pedestais e outras.

Enquanto as ravinas evoluem de montante pra jusante e apresentam água correndo no fundo e nas paredes apenas quando chove e a água escorre para seu interior, as voçorocas comumente apresentam água escorrendo no seu fundo o ano todo independentemente se chove ou não e evoluem contrariamente à direção do fluxo, isto é, remontantemente, das porções mais baixas para as mais altas das encostas, por ação do *piping* e dos movimentos de massa relacionados. As ravinas em geral não se ramificam, mas as voçorocas podem apresentar um ou mais ramos laterais (*dígitos*) que aos poucos podem se fundir ao ramo principal, destruindo toda a encosta original e levando consigo edificações, pastos, culturas, etc. Ambas depositam uma carga considerável de sedimentos à jusante, mas voçorocas fazem isso de modo muito rápido, sendo capazes de soterrar rapidamente o que estiver nessa posição e assorear os canais.

Há voçorocas que podem começar como ravinas que, ao se aprofundarem, acabam por interceptar o lençol freático e passam a ser voçorocas. Outras se formam principalmente em conseqüência de escoamento interno concentrado no solo antes mesmo da terra ser rasgada, relacionado, comumente, às linhas de fluxo do lençol freático, devido ao efeito piping, que vai solapando a sua base e provocando subsidências alongadas do terreno, visíveis em superfície, aonde vai se concentrar água, que vai transbordar e escorrer ou mesmo causar o seu colapso. Outras ainda começam nas baixas encostas, próximas às canais fluviais, em pequenos embaciados onde o nível freático é raso ou mesmo aflorante e pode ser facilmente interceptado como nas nascentes e nas veredas. Finalmente há voçorocas que apresentam –se conectadas a ravinas em sua cabeceira ou em suas bordas laterais, cuja tendência é de se aprofundarem e se integrarem ao fenômeno do voçorocamento.

Há uma variedade já conhecida de formas geométricas de voçorocas. Algumas adquirem forma de coração quando dois ramos convergem, outras são compridas e profundas como gargantas. Outras têm cabeceiras arredondadas e terminações afuniladas. Outras apresentam mudanças bruscas de rumos. As razões disso são as diferenças, ao longo de seu percurso, de resistências diferenciadas dos materiais associadas ao substrato rochoso, às mudanças de solos, às mudanças de forma ou de declive das encostas, a rumos de estradas e caminhos e assim por diante.

# PROCEDIMENTO METODOLÓGICO GERAL PARA A PESQUISA E PARA A ELABORAÇÃO DE PLANOS DE CONTROLE DE EROSÃO

## ABORDAGEM INTEGRADA DO MEIO FÍSICO EM PLANOS DE CONTROLE DE EROSÃO

No Brasil, há cerca de quatro décadas, vem sendo adotada uma *abordagem integrada no estudo do meio físico abiótico e biótico* para fins de elaboração de planos de controle de erosão, cuja concepção vem sendo cientificamente comprovada, é de natureza *multi* e *interdisciplinar* e se apóia em alguns princípios fundamentais, dentre eles:

- a erosão é um fenômeno natural que pode ser desencadeado por ações humanas quando então pode ser acelerado no tempo e no espaço;

- os componentes do meio físico interagem entre si compondo unidades geoambientais com funcionamentos próprios que os diferenciam dos seus vizinhos, permitindo sua delimitação espaço-funcional e sua análise para fins de ações de prevenção ou correção;

- os procedimentos para a sua delimitação e para o estudo diagnóstico/prognóstico do seu comportamento atual e futuro (tendencial) são função direta dos objetivos propostos e da escala de estudo adotada, esta determinante para uma boa compreensão das variáveis envolvidas no fenômeno, permitindo um ganho inicial para seu entendimento;

- quanto mais detalhada for a escala dos estudos, maior número de variáveis deve ser considerado para um bom entendimento do fenômeno; assim, as escalas de semidetalhe permitem apenas uma primeira aproximação para a compreensão e contextualização geral dos fatos e fenômenos relacionados, permitindo o estabelecimento das hipóteses explicativas mais prováveis que deverão ser testadas em seguida em escalas de detalhe e ultradetalhe;

- as escalas de detalhe e ultradetalhe são recomendáveis para estudo de setores representativos no interior de uma ou mais unidades geoambientais de uma área mais abrangente, pois permitem testar as hipóteses iniciais; este procedimento poderá ser economizado em número de setores quando a

literatura específica e a análise inicial já contêm elementos suficientes para o diagnóstico/prognóstico;

- cada unidade geoambiental apresenta comportamentos distintos, os quais podem ou não significar estágios evolutivos de um mesmo processo no interior de uma área maior que contém várias unidades, assim, a análise funcional só é possível diante de observações sobre a dinâmica atual e pretérita do fenômeno, portanto, numa perspectiva temporal no espaço;

- as bacias hidrográficas são as unidades espaciais hidrodinâmicas maiores para fins de planejamento, em particular para o controle da erosão hídrica, por apresentarem um funcionamento hídrico superficial e subsuperficial global contido entre o seu limite externo preciso situado em seu divisor de águas e o canal coletor principal, sendo que a circulação de fluxos de matéria e energia se dá nesse mesmo sentido;

- o comportamento atual e prognóstico de uma bacia, em particular do fenômeno erosivo, no caso o linear, depende de uma boa compreensão do tipo de funcionamento hídrico que apresenta, especialmente da sua área de contribuição, de onde provém o fluxo superficial e/ou subsuperficiais das águas;

- o levantamento em campo que se baseia, sobretudo num cadastro diagnóstico detalhado, permite conceber projetos mais eficazes de controle dos fenômenos; muitas vezes a validação depende ainda de monitoramento do fenômeno, admitindo-se também procedimentos experimentais, quando absolutamente necessário;

- não se deve conceber projetos de controle que se dirigem apenas para o interior do foco erosivo em si, mas também a hidrodinâmica que o alimenta, no estágio evolutivo em que se encontra, e desde que o custo x benefício seja favorável à sua contenção para que tenha vida útil duradoura;

**METODOLOGIA E PRODUTOS ESPERADOS DO PROJETO INICIAL (FEMAS, 2000 E 2001)**

1. Identificação e assinatura de convênios com parceiros

2. Diagnosticar o espaço ambiental e a sócio-economia:

   - Elaboração de mapas temáticos (Geoambiental /Mapa Restrições de Uso / Mapa Pedologia/ Declividade/ Geomorfológico), incluindo caracterização geotécnica de materiais e do freático, tendo como referência mínima a escala de 1:25000(Produto Digital Georeferenciado dxf ou shp, formato vetor), para originar: *Mapa de Susceptibilidade à Erosão, Mapa Aptidão Agrícola e Mapa de Capacidade de Uso do Solo;*
   - Videografia: interpretação das Áreas A, B e C para dar subsídio ao item anterior;
   - Perfuração dos Poços Profundos para originar mapa hidrológico e de fluxos para subsídio ao item (Projeto Intervenção Direta);
   - Atualização e interpretação do Cadastro rural - Sócio Ambiental;
   - Interpretação das imagens adquiridas, antigas e atuais, para análise das características fitofisionômicas da região.

3. Conscientizar e envolver os produtores rurais da região e a população do município para adoção de medidas de manejo adequado dos recursos naturais na área de abrangência do projeto visando a manutenção e conservação dos solos e recursos hídricos (Áreas A, B e C);

   - Discussão do Mapa de Restrições de Uso com Produtores e Equipe Técnica através da contratação de um “facilitador” entre ambas as partes para elaboração Mapa Restrição ao Uso do Solo por propriedade (Zoneamento agro-ambiental);
   - Elaboração do Manual de Conduta do Uso do Solo e do Software de Custo de Produção a ser distribuído a cada um dos proprietários da área (Mapa por propriedade com recomendações de uso adequado do solo e Sistema de Gerenciamento financeiro para uso recomendado);
   - Realização de Encontro Interativo com o objetivo de conciliar o grau de conhecimento técnico dos produtores com o plano de uso recomendado;

- Divulgação dos Resultados alcançados e as práticas recomendadas;

4. Implantação de um sistema de monitoramento que avalie os resultados alcançados propostos pelas ações do Programa de Educação Ambiental (Áreas A, B e C).

   - Aquisição anual de uma imagem de satélite para interpretação / monitoramento;
   - Reambulação de campo;

5. Recomposição das áreas de preservação permanente reserva legal, e áreas degradadas.

   - Aplicação da lei 9.393/96, art. 10, § 1º, alínea II, itens a, b e c da Legislação Federal sobre o Meio Ambiente, visando adequar a área aos objetivos de controle de erosão / função ecossistêmica (corredores de fauna e flora);
   - Aquisição / distribuição / plantio de espécies nativas para reposição na área "A" (Identificação das áreas a serem revegetadas - propriedades; espécies adequadas; espaçamento; quantidade de mudas; tamanho cova; potencial de terras; utilização de insumos em geral).

   Obs: Na área de deposição dos sedimentos da Voçoroca, promover a revegetação com espécies indicadas para tal, conforme avaliação das condições locais (CEMIG/ FIMES);

6. Revisão e correção de obras de natureza mecânica como: terraços, estradas, cercas, carreadores e outros que possam estar contribuindo para o processo erosivo (Áreas A e B).

   - Aferição e Demarcação de Curvas de Nível e Readequação pelos proprietários da área de abrangência (Área A, aprox. 4.000 ha);
   - Readequação de estradas, cercas e carreadores (encabeçamento, bacias de captação e / ou correção de traçado);
   - Aferição e Demarcação de Curvas de Nível e Readequação pelos proprietários da área B;
   - Elaboração do projeto técnico visando a intervenção direta na voçoroca Chitolina (período de seca), após a atualização do cadastro e da avaliação geotécnica, sendo necessária à aprovação do mesmo pela equipe técnica a ser definida.

## METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO PLANO DE CONTROLE DA EROSÃO

De modo geral, um Plano Diretor de Controle de Erosão pressupõe fases ou etapas sucessivas. Cada uma dessas etapas se desenvolve com base em metodologias específicas que envolvem a operacionalização das atividades. Grosso modo as etapas podem ser assim resumidas:

- 1ª. etapa - identificação do problema e delimitação da área;
- 2ª. etapa - estudo diagnóstico e prognóstico em diferentes escalas, com ou sem monitoramento, envolvendo a elaboração de mapas temáticos e de estudos e levantamentos detalhados em campo, com ênfase no cadastro dos focos e em levantamentos de uso e manejo das terras, seguidos de análises e ensaios em laboratório;
- 3ª. etapa - elaboração de mapas de suscetibilidade e de risco seguido do plano de ações preventivas e corretivas;
- 4ª.etapa –implementação do Plano e acompanhamento.

O Quadro 1 a seguir resume as etapas de pesquisa, procedimentos e produtos esperados para elaboração de um Plano Diretor conforme o Projeto coordenado pelo IESA/UFG. Nele pode-se observar a aplicação dos princípios já relatados.

## QUADRO – 1 ROTEIRO METODOLÓGICO GERAL E EXEMPLOS DE PRODUTOS PREVISTOS POR NÍVEIS DE TRATAMENTO[1]

| NÍVEIS DE TRATAMENTO<br>TIPOS DE TRATAMENTO | PROCEDIMENTOS / EXEMPLOS DE ESCALAS E<br>**INSTRUMENTOS DE TRABALHO** | PRINCIPAIS PRODUTOS CARTOGRÁFICOS E GRÁFICOS (EXEMPLOS) |
|---|---|---|
| 1º Nível – Compartimentação Ambiental<br>(Diagnóstico Regional)<br>(Zoneamentos...)<br>(Compartimentos...)<br><br>Tratamentos Temáticos Espaciais de Análise e de Síntese (Cartográfica) sobre Carta - Base (mais reduzida ou de semi-detalhe) | Estudos Analíticos e Integrados dos Atributos do Meio Físico, como Diagnóstico Preliminar e de Contextualização do Problema - Alvo<br><br>Escalas Regionais (1:250. 000)<br>Escalas Subregionais (1:100. 000)<br><br>Imagens de Radar e Satélite, Fotos Aéreas, Carta Base Topográfica, Cartas e Mapas Temáticos Existentes, Perfis Topogeológicos, Perfis Topopedológicos... Tabelas Matrizes de Cruzamento... | . Mapa geoambiental, de zonas etc;<br>. Mapa de vulnerabilidade das terras (fragilidade) (capacidade);<br>. Mapa das feições que se quer priorizar p/ estudos detalhados;<br>- ocorrências erosivas<br>- assoreamento, inundação<br>- poluição<br>. Mapa de compartimentos morfopedológicos;<br>. Mapa de sistemas pedológicos prováveis;<br>. Mapa da morfodinâmica;<br>. *Mapa de sub ou microbacias* |
| 2º Nível – Estrutura Superficial da Paisagem<br>(Diagnóstico Local)<br><br>Levantamentos Temáticos em Campo | Estudo Detalhado de Componentes - Alvo dos Compartimentos Selecionados (Solos, Modelado, Cobertura Vegetal, Uso e Ocupação Atual etc) para Validação Posterior Escalas 1:50. 000 (Final), Idealmente Maiores em Campo Topossequências de Solos, Litoestratigrafia, Biossequências de Espécies de Fauna e Flora, de Meso e/ou Microclima Atual, de Feições do Modelado, de Drenagem, de Uso etc dos Compartimentos Morfopedológicos, Coleta de Amostras para Laboratório. | . Cartas de Risco Específico (a Erosão, Assoreamento, a Poluição, a Movimentos de Massa, a Represamentos, a Irrigação, Salinização, Enchentes e Inundaçào, Loteamento, Estradas etc) das Áreas Críticas (Subcompartimentos, Subbacias, Microbacias..., Setores...);<br>. Representação Bidimensional dos Sistemas Pedológicos, de Litoestratigrafia, da Dinâmica do Modelado, de Funcionamento da Drenagem etc;<br>. Representações Tridimensionais (Cobertura Pedológica, Vegetação, etc) |
| 3º Nível - Fisiologia da Paisagem<br>(Diagnóstico Local)<br>(Comportamento/Funcionamento)<br>(Dinâmica)<br>Caracterização Analítica dos Componentes Selecionados (dos Compartimentos, Subcompartimentos, Bacias, Subbacias, (Microbacias etc) | . Medições (Ensaios) / Monitoramento em Campo do Comportamento Climático e Físico-Hídrico dos Sistemas Pedológicos, Geomorfológicos, Vegetacionais etc;<br>. Determinações Analíticas em Laboratório;<br>. Escalas 1:50.000 Final (Cartas e Mapas) e Maiores até onde for Possível (Dependendo da Expressão Espacial de cada Componente – Alvo Estudado) | . Caracterização do Funcionamento Hídrico dos Sistemas Pedológicos e suas Relações com os Sistemas Geomorfológicos, o Clima, a Cobertura Vegetal e o Uso e a Ocupação |
| 4º Nível - Generalização dos Resultados<br>(Prognóstico)<br>(Medidas Corretivas e Preventivas)<br>Síntese Sobre o Funcionamento Atual e Prognosticado | . Sistematização os Resultados Obtidos Através da Identificação da Relação dos Processos / Problemas Estudados com os Sistemas Pedológicos e Geomorfológicos, o Clima, a Cobertura Vegetal, o Uso Atual etc.<br>(Validação)<br>. Escalas 1:50.000 (Final) ou Maiores (para Detalhamento de Informações e dados Específicos (Zoom) | . Mapas de Sistemas Pedológicos:<br>. Cartas Geotécnicas (Áreas Urbanas) e de Capacidade de Uso dos Solos (Rurais)<br>. Cartas de Restrições (de Risco) ao Uso e Ocupação<br>. Elencamento de Medidas de (Re) Ordenamento de Uso do Solo (Corretivas, Mitigadoras - Tanto Preservacionistas como Conservacionistas Preventivas) |
| 5º Nível - Instrumentação de Planejamento<br>Proposição de Gestão | Elaboração do Plano Diretor de Uso e Ocupação do Solo (Físico-Territorial) | . Plano de Controle de Uso e Ocupação<br>. Manual Técnico |

[1] Adaptado de AB'SABER (1969) por Salomão (1994 ) e readaptado por Castro et al (1997) e Castro (1999)

No caso específico deste plano, sua elaboração foi implementada a partir de fases de compilação e reorganização do acervo disponível, compatibilizando-se a área e a escala àquela do mapa base apresentado pela TERRACARTA (2000) sobre a qual foram lançadas informações emanadas do projeto desenvolvido pelo IESA/UFG e pelos Relatórios Técnicos do acervo da FEMAS (2000, 2001) objetivando a caracterização abrangente do meio físico de toda a área contendo as subdivisões A, B e C., à luz de bases teóricas e operacionais de domínio das equipes envolvidas e da lógica estabelecida no roteiro apresentado no Quadro I.

O Cadastro dos focos erosivos foi extraído do relatório apresentado pela CELG/METAGO (AGIM) (1998) e elaborado com programas de geoprocessamento para fins da apresentação neste Plano Diretor.

Os levantamentos e estudos específicos (topográficos e de solos) da área da Voçoroca Chitolina foram extraídos de relatório da primeira fase, partes I e II, produzida por Boulet (2001) e pela TERRACARTA (2000 e 2001).

Os limites e dados das propriedades rurais foram extraídos dos Relatório Topográfico do projeto Araguaia e de Seções Chitolina, ambos da TERRACARTA (2000).

# PARTE II

# DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DOS PROCESSOS EROSIVOS LINEARES

# MEMORIAIS DESCRITIVOS DE ANÁLISE GEOAMBIENTAL E DA DINÂMICA PROCESSUAL

## 1. BASES TOPOGRÁFICAS

Duas bases topográficas foram elaboradas:

1. Na escala 1:60.000 - a partir compilação e articulação das folhas topográficas SE.22-V-C-V, SE.22-V-c-VI e SE.22-Y-a-II, na escala 1:100.000, (IBGE, 1976) digitalizadas, ampliadas para a escala 1:60.000 e interpoladas das curvas de nível com eqüidistância de 25m, em ambiente SPRING versão 3.4, e ajustadas sobre fotografias aéreas na escala 1:60.000 (USAF, 1965-1966), quando também foi atualizada a rede de drenagem e estradas. Nessa base foram lançados os focos erosivos de maior porte, restituídos a partir da imagem de satélite Landsat ETM 5 e ETM 7+, composição RGB, escala 1:50.000 e 1:15.000, respectivamente, depois em campo. Por fim, a base foi reduzida para fim de apresentação. As bases topográficas foram utilizadas para a elaboração dos mapas temáticos.

2. Na escala 1:3.000 - a partir dos levantamentos topográficos realizados em campo pela empresa TERRACARTA Ltda. para a área da Voçoroca Chitolina, através de geodésia de precisão (GPS Geodésico Ashtech – portadora L1/L2), utilizando-se o NAVSTAR GPS ( Sistema de Posicionamento Global ); dois marcos geodésicos de 2ª ordem foram estabalecidos, cujas coordenadas foram transportadas com base na rede geodésica do IBGE (Vértice de Triangulação). Tiveram, como principal função, apoiar os serviços de levantamento planialtimétrico de precisão utilizando Estação Total, desenvolvidos dentro e no entorno da voçoroca e a sua evolução ao longo dos próximos anos, uma vez que a partir de agora, será possível monitorar no mínimo uma vez por ano, seja para avaliar o avanço e ou a estabilização, através de topografia de precisão, objetivando conferir anualmente os valores referentes às bordas laterais e fundo da voçoroca, comparando-os de forma multitemporal. Os marcos geodésicos foram implantados com base no sistema SAD-69 e possuem as seguintes coordenadas geodésicas:

**FEMAS 01** – Latitude Sul 17º 53’ 29,18726” – Longitude Oeste 53º 07’ 01,34764” – Altitude 769,1858m;

**FEMAS 02** – Latitude Sul 17º 53’ 02,15907” – Longitude Oeste 53º 06’ 54,89220” – Altitude 796,8775m.

As principais atividades de campo com caráter topográfico-geodésico, desenvolvidas foram as seguintes:

- Levantamento Planialtimétrico das atuais bordas, fundo da voçoroca;
- Execução de secções transversais na voçoroca;
- Locação dos trabalhos de sondagens geotécnicas (trincheiras, tradagens rasas e profundas), naquele momento em execução pelo consultor técnico;
- Locação dos Pipers.

## 2. GEOLOGIA

Metodologia

O mapa geológico foi obtido por transposição da nomenclatura, legendas e os limites entre grupos e Formações das minutas em escala 1: 250.000 do mapa geológico da Folha SE-22 Goiânia do Projeto RADAMBRASIL (1983), gentilmente cedidos pelo IBGE-GO. Paralelamente, foi feita a fotogeologia com base nas fotos aéreas já citadas onde os limites foram ajustados em função dos indicadores contidos no relatório nº. 31 do referido projeto, e na literatura geológica a respeito da geologia do Grupo São Bento – em especial da Formação Botucatu do Juro-Triássico e da Formação Serra Geral do Eo-Cretáceo, pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná dos Sedimentos Inconsolidados Detrítico-Lateríticos do Terço-Quaternário e dos Sedimentos Holocênicos (Quaternários). Por fotointerpretação também foram obtidos os lineamentos estruturais mais significativos. Os *overlays* foram articulados e transpostos para a base cartográfica na escala 1:60.000 e o acabamento foi feito através de técnicas de geoprocessamento. (Spring 3.4 e Corel Draw 9 e 10).

Resultado e Discussões

A área insere-se na unidade denominada por Franco & Pinheiro (1983) *in* RADAMBRASIL (1983), de Planalto Setentrional da Bacia do Paraná, cuja fisionomia atual compõe um relevo de topo tabuliforme denominado de Chapada, proeminente ressalto topográfico na paisagem, limitado por escarpas que a separam de uma grande zona rebaixada e suavizada que a contorna, com caimento até o canal do rio Araguaia.

A Figura 2 – Mapa Geológico - mostra que no topo da Chapada predominam as Coberturas Detrito-Lateríticas Terciárias e Quaternárias Indiferenciadas, que correspondem a aproximadamente 43,62% do total da área, e dominam na Chapada.

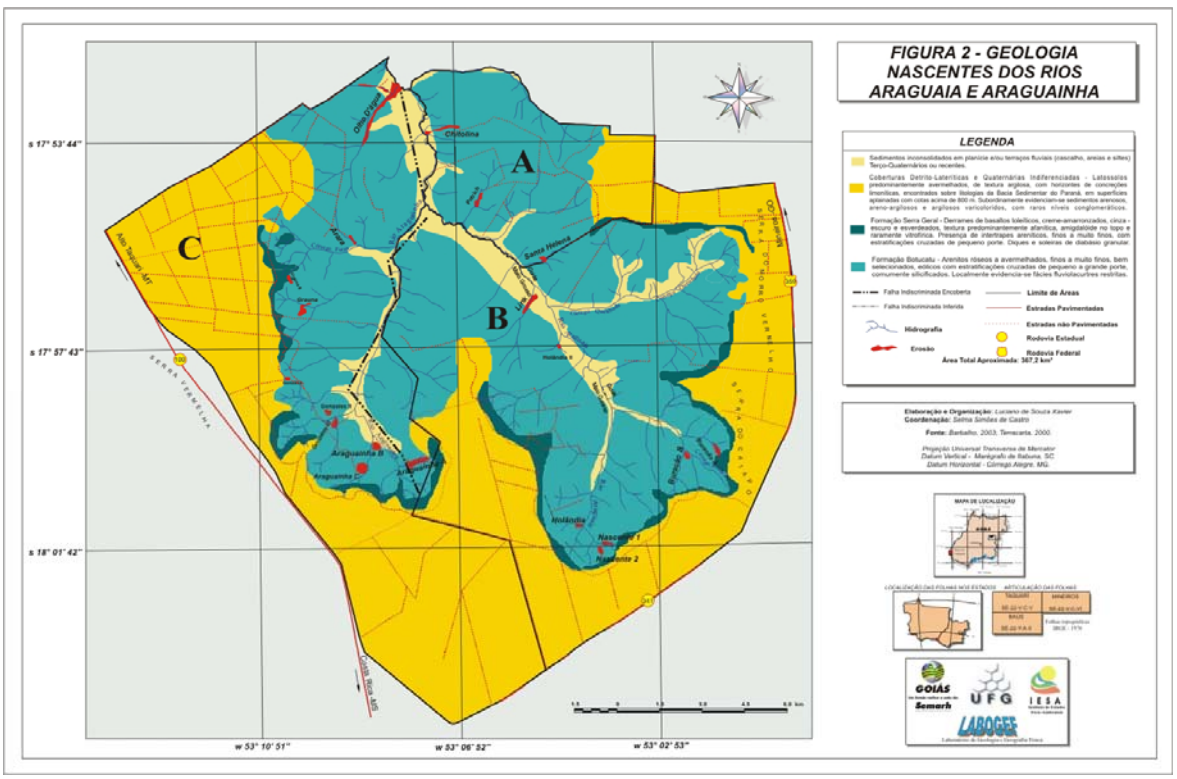


FIGURA 2 - GEOLOGIA
NASCENTES DOS RIOS
ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Sedimentos inconsolidados em planície aluvionais e terraços fluviais (cascalho, areias e siltes) Terço-Quaternários ou recentes.
Coberturas Detrito-Lateríticas e Quaternárias Indiferenciadas - Latossolos predominantemente avermelhados, de textura argilosa, com horizontes de concreções limoníticas, encontrados sobre litologias da Bacia Sedimentar do Paraná, em superfícies aplainadas com cotas acima de 800 m. Subordinadamente evidenciam-se sedimentos arenosos, areno-argilosos e argilosos variicoloridos, com raros níveis conglomeráticos.
Formação Serra Geral - Derrames de basaltos toleíticos, cinza-escuro e esverdeados, textura predominantemente afanítica, amigdaloide no topo e raramente vitrofírica. Presença de intertrapes arenósicos, finos a muito finos, com estratificações cruzadas de pequeno porte. Diques e soleiras de diabásio granular.
Formação Botucatu - Arenitos róseos a avermelhados, finos a muito finos, bem selecionados, eólicos com estratificações cruzadas de pequeno a grande porte, comumente silicificados. Localmente evidencia-se fácies fluviolacustres restritas.
Falha Indiscriminada Encoberta
Falha Indiscriminada Inferida
Hidrografia
Erosão
Limite de Áreas
Estradas Pavimentadas
Estradas não Pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Imbituba, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
A
B
C
Araguainha B
Araguainha C
Nascente 1
Nascente 2
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF

Subpostas pelos arenitos da Formação Botucatu (46,5% da área total), largamente dominados na zona rebaixada, somam mais de 90% do substrato geológico presente. Em menores quantidades ainda aparecem em 3,58% da área as rochas básicas da Formação Serra Geral, mais expostas nas escarpas que contornam as nascentes e 6,3% de Sedimentos Inconsolidados Quaternários situados em planícies e /ou terraços fluviais atuais.

A tabela 1 abaixo mostra a distribuição de cada compartimento litológico em km² e as porcentagens correspondentes na área total, além do número de focos erosivos.

**Tabela 1 – Distribuição Geológica**

| Compartimentos Litológicos | km² | % | Focos Erosivos | % (focos) | Num. Focos/km² |
|---|---|---|---|---|---|
| Sedimentos Inconsolidados | 23,13 | 6,30 | 2 | 10 | 0,432 |
| Coberturas Detrito-Lateríticas | 160,19 | 43,62 | - | - | |
| Formação Serra Geral | 13,16 | 3,58 | - | - | |
| Formação Botucatu | 170,76 | 46,50 | 18 | 90 | 0,527 |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100,00** | **20** | **100** | |

Dados os fenômenos erosivos e de intemperismo pós-deposicionais que sofreram essas rochas, só é possível ver os afloramentos dos arenitos e basaltos em alguns pontos, principalmente nas zonas escarpadas e mesmo assim já com evidências de alteração. Os sedimentos Detrítico-Lateríticos, hoje, correspondem aos Latossolos Vermelhos espessos, de textura argilosa, dos topos das Chapadas. Já os Sedimentos Inconsolidados recentes (Quaternários) podem ser vistos, sobretudo nos fundos dos vales, junto às planícies aluviais, principalmente dos Rios Araguaia e Araguainha.

Comparando-se o mapa geológico com o hipsométrico adiante, pode-se constatar uma estreita relação entre a distribuição dessas litologias, o relevo e os focos erosivos, através do domínio destes na área de ocorrência dos arenitos da Formação Botucatu e na área contínua dos fundos de vale onde ocorrem os sedimentos holocênicos.

Como já exposto anteriormente, embora os arenitos sejam porosos e permitam uma boa infiltração das águas pluviais, pelo fato de apresentarem baixos teores de argila, o que lhes confere baixo grau de coesão, se mal manejados tornam-se vulneráveis à erosão, dado que as partículas podem ser facilmente removidas, sobretudo por enxurradas.

## 3. HIDROGRAFIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS FLUVIAIS

Objetivando a caracterização hidro-geomorfológica da bacia do Alto Rio Araguaia, o qual constitui o tema deste trabalho foram utilizados os mapas base escala 1:60000 da rede de drenagem. Estes materiais cartográficos referem-se aos mapas temáticos do Projeto “Recuperação das Nascentes do Rio Araguaia”, úteis na caracterização do meio físico da bacia, bem como realização de investigações das estruturas tectônicas, litológicas e padrões de fraturamento.

A área foi dividida em unidades compartimentadas em sub-bacias para uma melhor avaliação das propriedades morfométricas da rede de drenagem permitindo comparações. Cálculos areais apontaram também a equivalência percentual que cada compartimento representa para a bacia de drenagem.

As medições lineares foram geradas por relatórios de comprimentos e distâncias em ambiente SPRING 3.4. Obteve-se valores longitudinais dos canais da rede de drenagem que foram utilizados em diversas equações morfométricas para diagnóstico do comportamento hidrográfico da bacia.

Os métodos utilizados para determinação dos cálculos morfométricos da rede de drenagem foram:

1 - Análise linear da bacia hidrográfica:

- Hierarquização da rede de drenagem: Ordenamento e quantificação do número de segmentos de determinada ordem de grandeza (Stralher, 1952);
- Relação de bifurcação (Horton, 1945);
- Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem (Horton, 1945);
- Relação entre o índice médio dos canais e o índice de bifurcação (Horton, 1945);
- Extensão do percurso superficial: (variável independente);
- Determinação do perímetro da bacia.

2 - A análise areal da bacia hidrográfica:

- Área da bacia;
- Comprimento da bacia: mede-se a distância em linha reta, entre a foz e determinado ponto situado ao longo do perímetro;

- Índice de Circularidade da bacia (Miller, 1953);
- Densidade hidrográfica (Horton, 1945);
- Densidade de drenagem (Horton, 1945);
- Padrões de drenagens: leva-se em consideração a influência da atividade morfológica, disposição das rochas, a resistência litológica variável, a geomorfologia da região, declividade diferenciada etc;
- A classificação geométrica dos padrões de drenagem, se baseia em critérios geométricos da disposição espacial dos rios e seus afluentes sem qualquer conotação genética.

3 - Análise hipsométrica da bacia hidrográfica:

- Relação de relevo (Schumm, 1956);
- Amplitude altimétrica máxima da bacia (Schumm, 1956);
- Índice de rugosidade (Melton, 1957).

As análises areais dimensionaram a bacia espacialmente como um todo e em sub-unidades. Em estudos de planejamento de bacias hidrográficas esta variável é um dado fundamental para determinação da potencialidade hídrica da bacia. As análises lineares têm o objetivo de expressar a capacidade de escoamento dos fluxos pelos canais de drenagem. A análise hipsométrica permitiu uma quantificação geomorfológica ligadas à distribuição dos gradientes altimétricos da área da bacia.

De posse dos resultados e sua análise integrada consta a elaboração do referido relatório técnico com o diagnóstico da caracterização hidro-geomorfológica das sub-bacias analisadas.

### 3.1 Compartimentação da área

Metodologia

A área foi dividida em quatro sub-bacias de drenagem. Um setor intermediário ao longo do eixo principal foi agrupado como área de drenagem pouca desenvolvida para facilitar a espacialização das unidades. Esta divisão foi feita de acordo com critérios geomorfológicos que no caso das sub-bacias tem sua área determinada pelos seus divisores de águas. A presença de diversos canais menores conectados ao canal principal da bacia (rio Araguaia) foram agrupados num setor

denominado de área de drenagem pouco desenvolvida, onde não se permite fazer subdivisões em sub-bacias.

Destaca-se que a área delimitada pela SEMARH para a realização do estudo é de 367,26 Km2, e sua delimitação foi feita obedecendo aos limites de propriedades rurais. Em estudos de avaliação hidrográfica, este se faz obedecendo a limites geomorfológicos, sou seja, delimitação de bacias de drenagem. Para tornar viável esta avaliação a área foi então compartimentada em função de suas sub-bacias.

O Mapa de Compartimentação (Figura 3) foi utilizado para caracterizar parâmetros morfométricos tais como: densidade de drenagem, densidade hidrográfica, hierarquia fluvial, índices de bifurcação, relação de relevo, amplitude altimétrica e índice de rugosidade, ou seja, variáveis que servem para caracterizar a bacia e o seu funcionamento.

Resultados e discussões

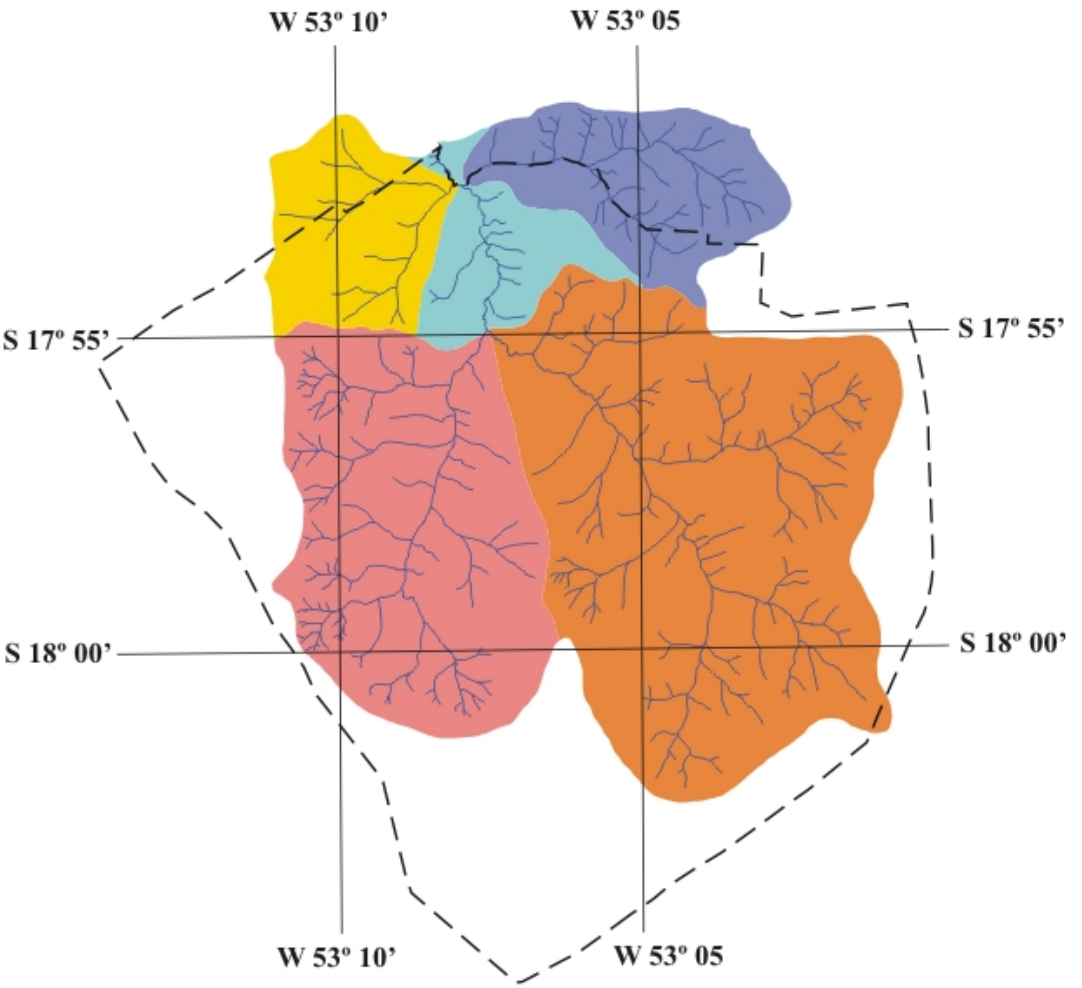
A compartimentação é importante no sentido de avaliar a disposição e configuração dos cursos d'água sobre determinada área verificando o comportamento da dinâmica hídrica da bacia que é diferencial de uma sub-bacia para outra, pois dependem de sua forma, geologia dominante, gradientes altimétricos e outras propriedades físicas da área.

A Tabela 2 mostra alguns dados morfométricos fundamentais dos compartimentos identificados e a relação de área de cada sub-bacia em relação a área total.

**Tabela 2 – Área, Comprimento e Perímetro das Sub-Bacias.**

| Compartimentos (Sub-Bacias) | Área ($Km^2$) | % Total da Bacia | Comprimento (Km) | Perímetro (Km) |
|---|---|---|---|---|
| Sub-bacia I | 77,91 | 27,43 | 12,10 | 36,29 |
| Sub-bacia II | 129,56 | 45,62 | 16,15 | 48,90 |
| Sub-bacia III | 26,02 | 9,16 | 7,60 | 21,23 |
| Sub-bacia IV | 32,34 | 11,39 | 9,65 | 25,88 |
| Área de drenagem pouco desenvolvida | 18,19 | 6,40 | 5,61 | 25,94 |
| **Bacia Geral** | **284,02** | **100** | **22,00** | **79,70** |

FIGURA 3 - Mapa de Compartimentação por Sub-Bacia de Drenagem




Fonte: Fotografias áreas USAF, 1966. Escala original 1:60000
Elaboração e Organização: Roberto Prado de Morais
Laboratório de Geologia e Geografia Física (LABOGEF) - IESA/UFG.

As sub-bacias I e II tem maior área 77,91 Km2 e 129,56 km2 respectivamente (Tabela 2 e Figura 4a) e também apresentam os maiores números de ocorrências erosivas. Do total de 24 erosões identificadas na área[1], 38% estão localizadas na sub-bacia II e 37% na sub-bacia I, ou seja, a área correspondente a estas duas sub-bacias concentra 75% do total de erosões. A Figura 4b mostra a distribuição dos focos erosivos em todas os compartimentos de drenagem da área.

**Figura 4a – Distribuição Percentual das Áreas das Sub-Bacias de Drenagem.**

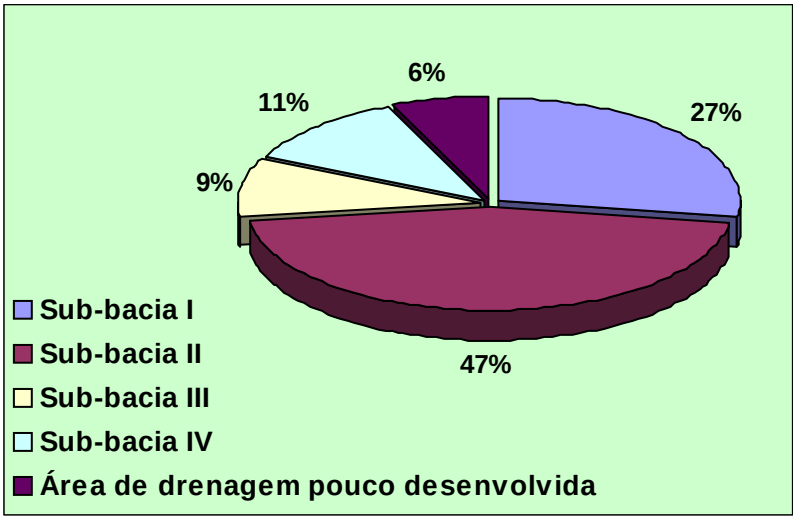
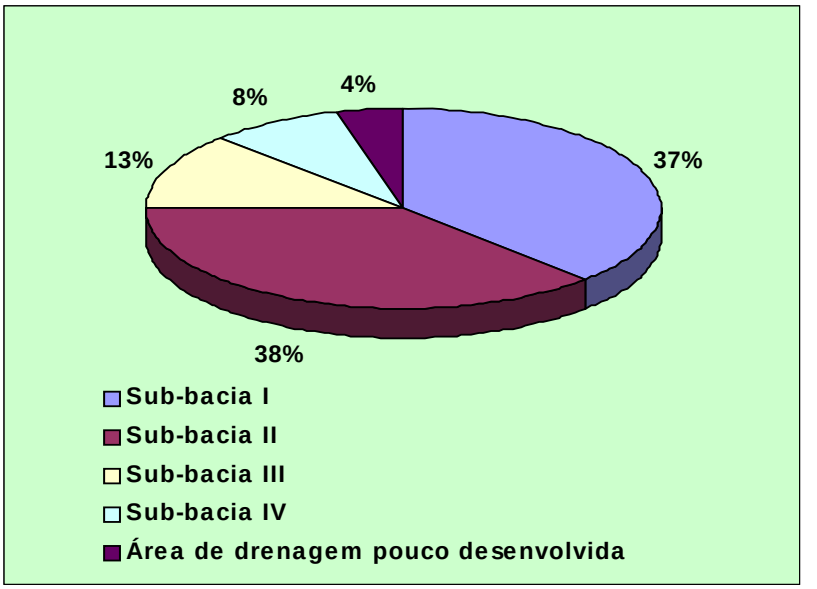



**Figura 4b – Distribuição das Erosões por Sub-Bacias de Drenagem.**




[1] Dentro da área A,B,C são 20, mas os limites das sub-bacias as extrapolam ligeiramente.

A sub-bacia III encontra-se quase totalmente fora da área inicialmente delimitada pela Fundação Emas o que leva em consideração os limites de propriedades rurais, contudo para realizar os cálculos morfométricos da rede de drenagem foi necessário considerar toda a sub-bacia. Portanto os resultados obtidos neste setor tem reduzida importância para este estudo .

### 3.2 Hierarquização da Rede de Drenagem

Metodologia

A hierarquia fluvial consiste no processo de classificação de determinado curso d'água (ou da área drenada que lhe pertence), no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Sua função é de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) das bacias hidrográficas. Os critérios de ordenação dos cursos de água foram propostos, inicialmente, por Horton (1945) e modificados por Strahler (1952).

Usou-se o método de Strahler para esta classificação, onde os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem podendo receber afluentes de segunda e primeira ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem e podem receber tributários de ordens inferiores e assim sucessivamente.

O estabelecimento da hierarquia fluvial é uma variável de grande importância visto que as linhas que dissecam a paisagem na direção dos divisores de água fornecem dados importantes de fluxos, e que associados à outros dados morfométricos / morfológicos da bacia, contribuem para delinear sua dinâmica hídrica.

A ordem dos canais expressa a relação hierárquica entre segmentos de canais. Esta variável é estatisticamente relacionada com vários elementos morfológicos da bacia de drenagem.

Resultados e discussões

A hierarquização da bacia do Alto Araguaia, forneceu a quantidade de cursos d’água e suas respectivas ordens hierárquicas. O rio Araguaia neste recorte apresentou

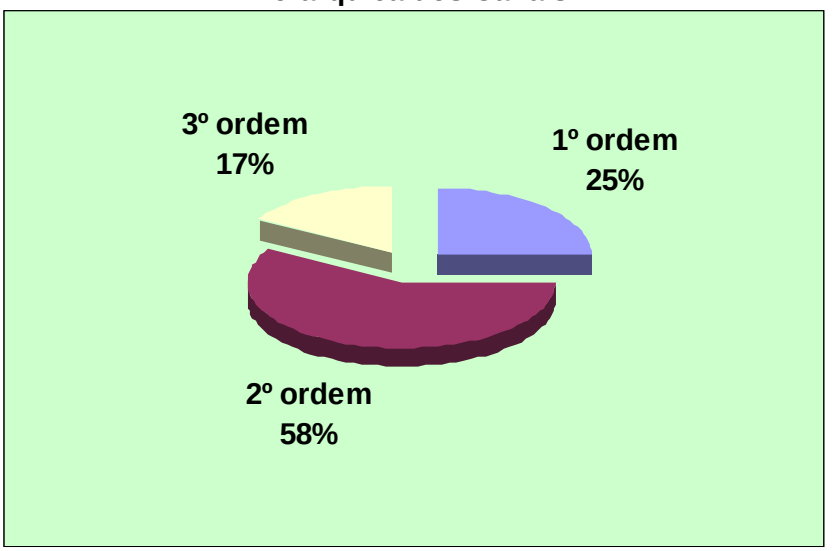
evidentemente a maior ordem de grandeza, 6º ordem. Cerca de 73 % dos canais desta área são de 1º ordem, ou seja, canais que conduzem os fluxos das cabeceiras de drenagem ou mesmo das nascentes (Tabela 3).

**Tabela 3 – Hierarquia da Rede de Drenagem e sua Distribuição na Bacia**

| Ordem dos canais | N.º de canais | % de canais da bacia |
|---|---|---|
| 1ª ordem | 257 | 73,02 |
| 2ª ordem | 68 | 19,32 |
| 3ª ordem | 17 | 4,83 |
| 4ª ordem | 07 | 1,98 |
| 5ª ordem | 02 | 0,57 |
| 6ª ordem | 01 | 0,28 |
| **Total de canais** | **352** | **100** |

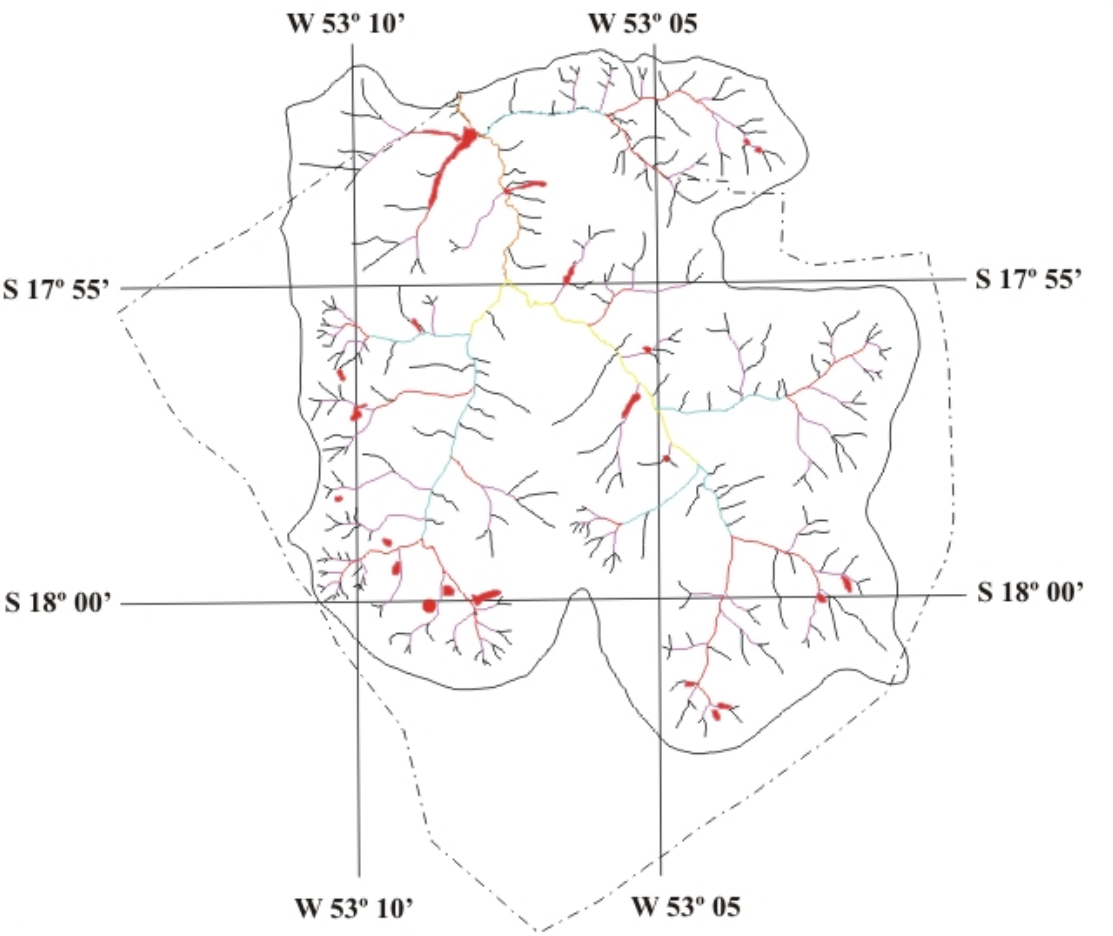
A distribuição dos focos erosivos na área apontam que 58% das erosões estão associadas aos canais de 2º ordem, 25% aos canais de 1º ordem e 17% aos canais de 3º ordem, ou seja, todos canais pequenos que têm a função de conduzir os fluxos hídricos das nascentes e cabeceiras de drenagens estão em grande parte comprometidos (Figura 5).

**Figura 5 – Distribuição das Erosões por Ordem Hierárquica dos Canais.**




A Figura 6 (Mapa de Hierarquia) mostra a rede de drenagem hierarquizada e a distribuição das erosões na área e sua associação à ordem de canais.

# FIGURA 6 - ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA
## Mapa da Hierarquia de Drenagem Associado a Erosão




LEGENDA
- Canal de 1º Ordem
- Canal de 2º Ordem
- Canal de 3º Ordem
- Canal de 4º Ordem
- Canal de 5º Ordem
- Canal de 6º Ordem
- Voçorocas
- Área Delimitada pela SEMARH

0 2 4 6 8 Km

Fonte: Fotografias áreas USAF, 1966. Escala original 1:60000
Elaboração e Organização: Roberto Prado de Morais
Laboratório de Geologia e Geografia Física
(LABOGEF) - IESA/UFG.

### 3.4 Forma e Índice de Circularidade da Bacia

Metodologia

A forma da bacia de drenagem é uma variável extremamente importante, pois é através dela que se pode conhecer o tempo que a água da chuva leva para escoar pelos cursos d'água, bem como para oferecer informações quanto à potencialidade de enchentes no sistema fluvial. O método proposto por Miller (1953) diz respeito a relação existente entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro.

Utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Ic = \frac{A}{Ac}$$ onde,

Ic = Índice de circularidade;

A= Área da bacia;

Ac= Área do círculo do perímetro igual ao da bacia considerado.

Para se chegar aos resultados da área do perímetro igual ao da bacia considerada fez-se uso das seguinte fórmula geométrica:

$A = \pi . r2 \Rightarrow$ Área da circunferência;

$P = 2\pi . r \Rightarrow$ Perímetro da circunferência.

Onde: A= área, P= perímetro, r = raio e $\pi$ = constante equivalente a 3,14

De posse do perímetro das sub-bacias aplica-se a fórmula do perímetro da circunferência. Em seguida aplica-se o resultado do raio à fórmula da área da circunferência, obtendo-se assim a área do círculo do perímetro igual ao da bacia, onde o valor máximo a ser obtido para o índice de circularidade é 1,0 e quanto maior o valor, mais próxima da forma circular estará a bacia de drenagem. Quanto mais circular a bacia maior a probabilidade de ocorrência de enchentes. Conhecendo então este índice, torna-se mais fáceis os trabalhos a serem desenvolvidos e na tomada de medidas preventivas nas bacias.

Resultados e Discussões

O índice geral da bacia é de 0,48 (Tabela 4) este valor demonstra que a forma da bacia pode ser considerada intermediária entre a forma retangular e circular. Conclui-se assim que a ocorrência de enchentes fortes e rápidas neste sistema são pequenas.

As sub-bacias I e III apresentam os maiores índices 0,74 e 0,72 respectivamente; nestas sub-bacias podem ocorrer picos de fluxo com curto tempo de permanência no sistema, podendo resultar como resposta à intensificação de processos erosivos.

**Tabela 4 – Índice de Circularidade das Sub-Bacias de Drenagem**

| Compartimentos (Sub-Bacias) | Área (Km2) | Perímetro (Km) | Índice de Circularidade |
|---|---|---|---|
| Sub-bacia I | 77,91 | 36,29 | 0,74 |
| Sub-bacia II | 129,56 | 48,90 | 0,68 |
| Sub-bacia III | 26,02 | 21,23 | 0,72 |
| Sub-bacia IV | 32,34 | 25,88 | 0,48 |
| Área de drenagem pouco desenvolvida | 18,19 | 25,94 | 0,33 |
| **Bacia Geral** | **284,02** | **79,70** | **0,56** |

### 3.4 Densidade Hidrográfica e Densidade de Drenagem

Metodologia

Definido por Horton (1945*),* esta é uma relação que se expressa entre o número de rios e a área da bacia hidrográfica. Sua finalidade é comparar a freqüência ou a quantidade de cursos de água existentes em uma área de tamanho padrão, como o Km2. A fórmula para se calcular a densidade hidrográfica é:

$$Dh = \frac{N}{A} \quad \text{onde,}$$

$Dh \Rightarrow$ Densidade hidrográfica;

$N \Rightarrow$ Número total de rios;

$A \Rightarrow$ Área da bacia.

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. A equação é a seguinte:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad \text{onde,}$$

*Dd* $\Rightarrow$ densidade de drenagem;

*Lt* $\Rightarrow$ comprimento total dos canais;

*A* $\Rightarrow$ Área da bacia.

A Tabela 5 a seguir mostra os valores aceitos internacionalmente.

| **Tabela 5 – Classificação dos Valores de Densidade de Drenagem** | |
|---|---|
| **Valores da Densidade de Drenagem Dd – (Km/Km²)** | **Qualificação da Densidade de Drenagem** |
| Menor que 0,5 | Baixa |
| De 0,5 a 2,0 | Mediana |
| De 2,01 a 3,50 | Alta |
| Maior que 3,50 | Muito alta |

Ao se avaliar a densidade de drenagem, conhece-se o potencial da bacia e de seus setores em permitir maior ou menor escoamento superficial da água, o que conseqüentemente conduzirá a uma maior ou menor intensidade dos processos erosivos dos canais sobre a superfície.

A densidade de drenagem é de grande valia para estimar o comportamento do substrato litológico, visto que o comportamento hidrológico das rochas repercute na sua densidade. Exemplo disto é que em rochas onde a infiltração encontra maiores dificuldades, há melhores condições de escoamento superficial na mesma proporção, ou seja, com características climáticas idênticas, numa área onde existe uma precipitação elevada e uma baixa densidade de drenagem, pode-se inferir que a água que não escoa superficialmente, infiltra-se abastecendo os lençóis subterrâneos. Constata-se assim ser esta uma variável extremamente importante para avaliarmos o potencial das bacias hidrográficas, tanto para os aspectos hidrológicos como desencadeadores de processos erosivos.

Resultado e Discussões

A soma do comprimento total dos cursos d'água na área é de 323,01 Km de canais de escoamento superficial. Os valores da densidade hidrográfica e densidade de drenagem constam na Tabela 6.

| **Tabela 6 – Cálculos de Densidade Hidrográfica e de Drenagem** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Compartimentos (Sub-bacias)** | **Área (Km²)** | **Nº de canais** | **$\Sigma$ do comprimento dos canais (Km)** | **Densidade Hidrográfica (N/A)** | **Densidade de Drenagem (Km/Km²)** |
| Sub-bacia I | 77,91 | 123 | 100,29 | 1,57 | 1,28 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sub-bacia II | 129,56 | 145 | 137,9 | 1,11 | 1,06 |
| Sub-bacia III | 26,02 | 18 | 21,46 | 0,69 | 0,82 |
| Sub-bacia IV | 32,34 | 53 | 46,57 | 1,63 | 1,44 |
| Área de drenagem não desenvolvida | 18,19 | 13 | 16,79 | 0,71 | 0,92 |
| **Bacia** | **284,02** | **352** | **323,01** | **1,23** | **1,13** |

Quanto à densidade hidrográfica há uma maior quantidade de cursos d'água em relação à área na sub-bacia III, seguidos pelas sub-bacias I e II.

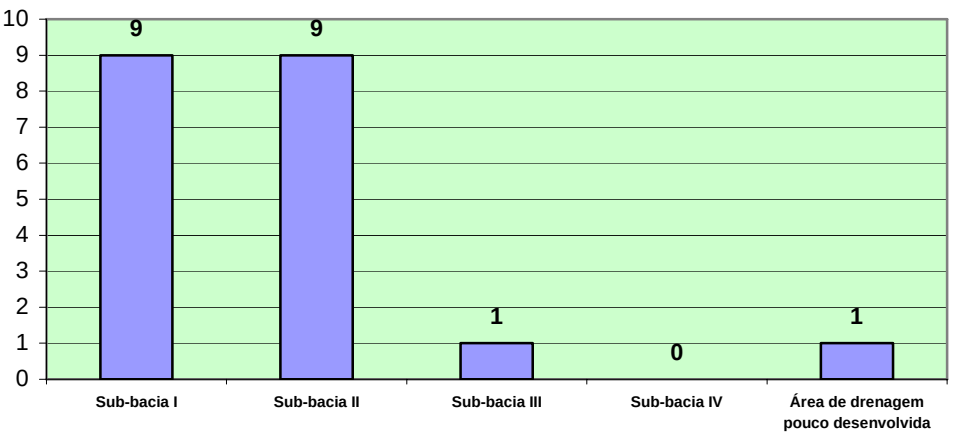
No que se refere ao cálculo da densidade de drenagem da bacia, o resultado foi de 1,13 Km/Km². Nas rochas onde a infiltração encontra maior dificuldade há melhores condições de escoamento superficial, gerando possibilidades para esculturação de canais, e como conseqüência, densidade de drenagem mais elevada, o que não ocorre na área.

Os índices de cada sub-bacia (Tabela 6), oscilaram entre 1,44 na sub-bacia IV e 0,82 na sub-bacia III. Os valores baixos-médios do índice de densidade de drenagem estão relacionados com a litologia da bacia, formada principalmente por rochas sedimentares da Formação Botucatu.

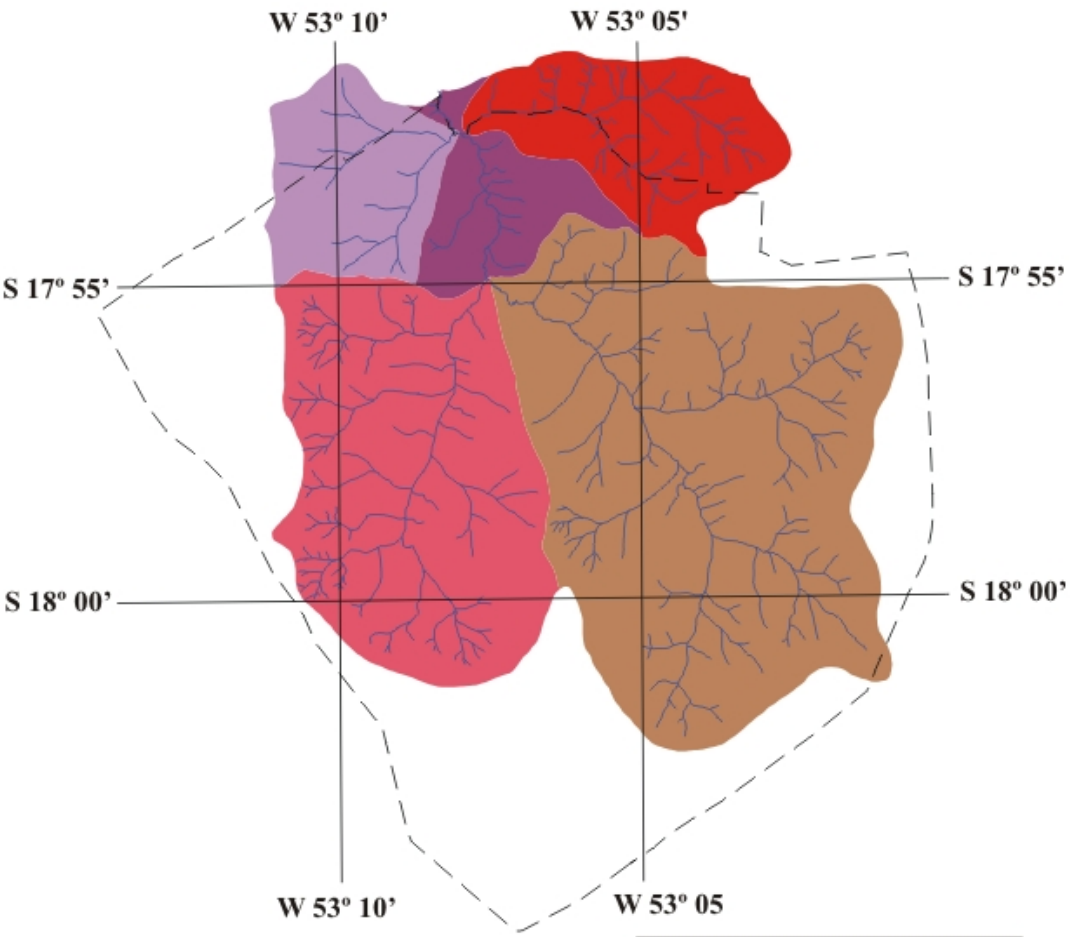
> As sub-bacias I e II tem índices de Dd de 1,28 e 1,06, respectivamente, e estão entre os índices mais altos da área; nelas também ocorre o maior número de erosões, 18 no total, encontrando-se 9 focos erosivos na sub-bacia I e 9 na sub-bacia II. A sub-bacia IV apresenta o maior índice de (1,44), contudo o número de ocorrências erosivas é menor, apenas 2. A Figura 7 mostra o número de focos erosivos em cada compartimento de drenagem.

Vê-se também que à medida que aumenta o valor numérico da densidade, há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem, o fato pode ser comprovado relacionando o índice obtido na sub-bacia IV (1,44), o mais elevado da área, e a análise visual da rede de drenagem (Figura 8 - Densidade de Drenagem).

**Figura 7 - Focos Erosivos em Cada Compartimento de Drenagem**



# FIGURA 8 - MAPA DE DENSIDADE DE DRENAGEM




| Valores da Densidade de Drenagem | Qualificação |
|---|---|
| de 0,50 a 2,00 | Mediana |

| Sub-bacias | Densidade de Drenagem |
|---|---|
| Sub-bacia I | 1,28 |
| Sub-bacia II | 1,06 |
| Sub-bacia III | 0,82 |
| Sub-bacia IV | 1,44 |
| Área de drenagem pouco desenvolvida | 0,92 |

### 3.5 Extensão do Percurso Superficial

Metodologia

Durante a evolução do sistema de drenagem, a extensão do percurso superficial está ajustado ao tamanho apropriado relacionado com as bacia de primeira ordem, sendo aproximadamente a metade do recíproco do valor da densidade da drenagem.

Para o cálculo desta variável, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Eps = \frac{1}{2Dd} \quad \text{onde,}$$

*Eps*⇒ Extensão do percurso superficial;

*Dd*⇒ Densidade de drenagem.

Esta variável representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente, correspondendo a uma das variáveis independentes mais importantes que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico das bacias de drenagem.

Resultados e Discussões

> O valor desta variável para a área é de 0,44. Isto significa ser uma distância média relativamente pequena que as águas da chuva levam através dos canais de primeira ordem para atingir os canais permanentes. Esta é uma informação importante no que se refere o comportamento hidrológico da bacia.

De acordo com a Tabela 7, verifica-se ainda que ocorrem variações deste valor dentro da bacia, pois cada sub-bacia revela um valor que se associa diretamente à diversidade fisiográfica da mesma, bem como da densidade hidrográfica e da densidade de drenagem.

**Tabela 7 – Valores da Extensão Superficial da Bacia Compartimentada**

| Compartimentos (Sub-bacias) | Extensão do Percurso Superficial |
|---|---|
| Sub-bacia I | 0,39 |
| Sub-bacia II | 0,47 |
| Sub-bacia III | 0,60 |
| Sub-bacia IV | 0,34 |
| Área de drenagem pouco desenvolvida | 0,54 |
| **Bacia geral** | **0,44** |

As sub-bacia I e II apresentam índices baixos. neste setores o fluxo das águas leva menos tempo para escoar superficialmente até atingir o canal principal da bacia. Coincidentemente é nestes setores que há a maior incidência de focos erosivos da área, ou seja, 75% das erosões estão localizadas nestas duas sub-bacias. A sub-bacia III que apresenta o maior índice 0,60 significa que neste compartimento o fluxo superficial leva mais tempo para atingir o canal permanente. Se comparar com a Tabela 6 (índice de densidade de drenagem e hidrográfica) encontra-se o menor valor para a variável, ou seja, menor quantidade de canais por área, menor extensão de canais por área, maior comprimento dos canais conseqüentemente encontra-se aqui um setor onde a dinâmica do fluxo ocorre de forma menos turbulenta comparado as outras sub-bacias, logo menos erosão linear.

### 3.6 Análise Hipsométrica da Bacia Hidrográfica

#### 3.6.1 Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia

Metodologia

Esta variável corresponde à mensuração da altimetria entre a altitude da foz e a maior altitude situada num determinado ponto da área da bacia. Esta informação é bastante utilizada nos estudos geomorfológicos, o qual é muitas vezes também denominado como “relevo máximo da bacia”.

Resultados e Discussões

A área de estudo estende-se em cotas altimétricas entre 725 mt e 898 mt (Tabela 8), onde o valor referente à amplitude altimétrica máxima da bacia é igual a 173 metros, considerado baixo, denotando um desnível topográfico não muito acentuado, o que não aumentaria a energia dos fluxos erosivos.

#### 3.6.2 Relação de Relevo

Metodologia

Proposta por Schumm (1956), esta relaciona à amplitude altimétrica máxima da bacia e sua extensão, ou seja, seu comprimento.

A fórmula utilizada para esse cálculo é:

*Hm*

$$Rr = \frac{Hm}{Lh} \qquad \textit{onde:}$$

*Rr*⇒Relação de relevo

*Hm*⇒ amplitude altimétrica

*Lh*⇒comprimento da bacia

Resultados e discussões

A relação de relevo da área é extremamente baixa da ordem de 0,007. Este é um dado muito importante, pois nos dá indícios do grau de arrasamento da área (dissecação), ou seja, quanto maior o valor, maior o grau de dissecação. Daí sua importância fundamental para análise da rede hidrográfica nos estudos geomorfológicos. Neste caso a superfície encontra-se em baixo processo de dissecação do relevo.

### 3.7 Qualidade das Águas Fluviais

Essa qualidade é avaliada através de parâmetros sedimentológicos e físico-químicos das águas superficiais (canais).

#### 3.7.1 Sedimentos de Fundo

Metodologia

Foram coletadas 08 amostras de sedimentos de fundo na área específica de pesquisa e zonas associadas da bacia a jusante da área de estudo para uma melhor caracterização do tipo de sedimento transportado pelo sistema fluvial (Figura 9).

As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Geologia e Geografia Física (LABOGEF) do Instituto de Estudos Sócio-ambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás. Para a realização das análises granulométricas foram utilizadas 20 g de amostra seca. O peneiramento das amostras foi realizado com água em alguns casos para melhor separação dos materiais muito finos como silte e argila, pois as mesmas, quando processadas a seco, ficam agregadas nas partículas de areia, não sendo tão precisa como as amostras peneiradas com água. No caso de amostras como areias muito puras foi realizada peneiramento a seco. Utilizou-se as classes granulométricas de Wentworth: areia muito grossa, grossa, media, fina e muito fina. As classes silte e argila foram genericamente identificadas como “finos”, devido à sua escassa presença/representatividade nas amostras.

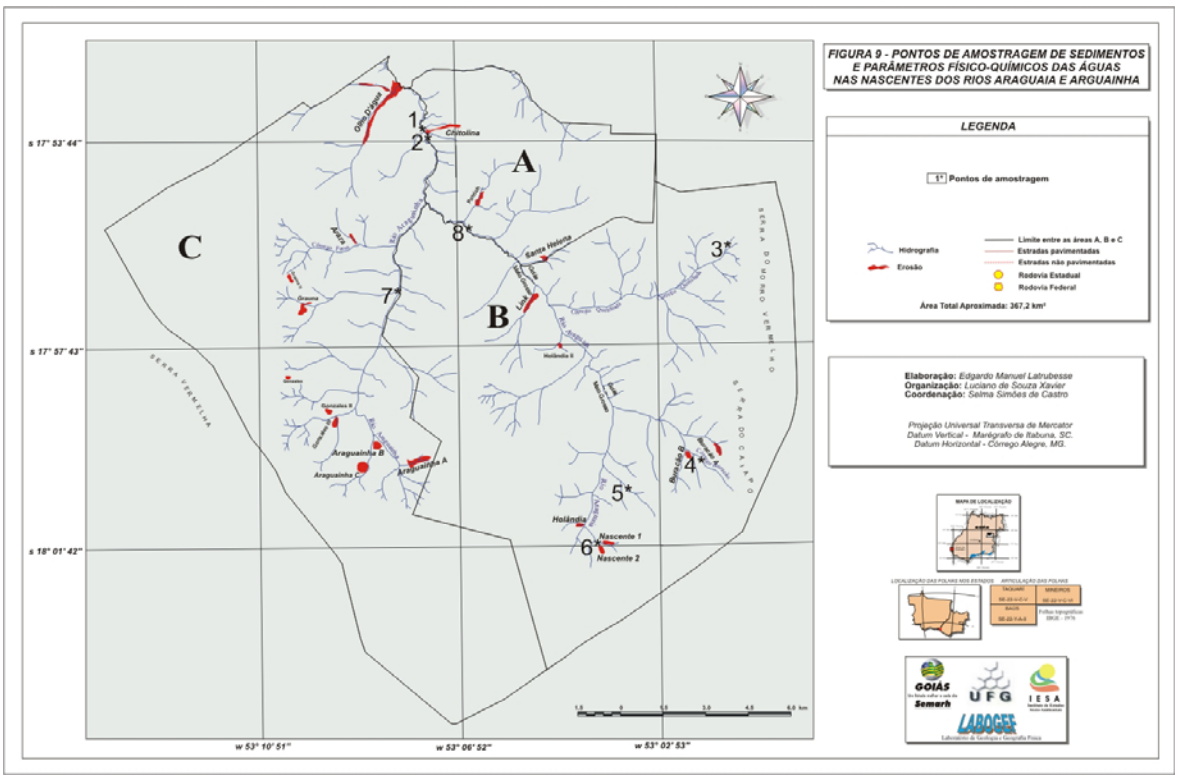


FIGURA 9 - PONTOS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS NAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARGUAINHA
LEGENDA
1* Pontos de amostragem
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração: Edgardo Manuel Latrubesse
Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
A
B
C
1
2
3*
4*
5*
6
7*
8*
Cristolina
Santa Helena
Araguainha A
Araguainha B
Araguainha C
Holândia
Nascente 1
Nascente 2
SERRA VERMELHA
SERRA DO MORRO VERMELHO
SERRA DO CAIAPÓ
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF

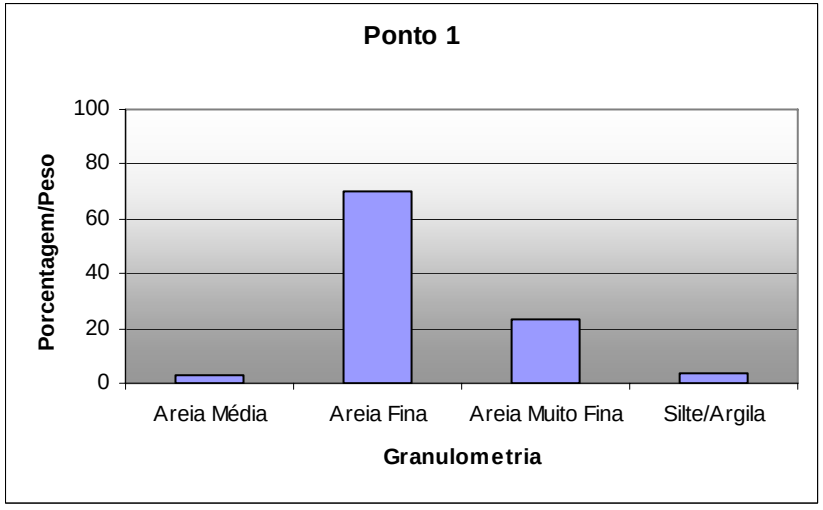
A informação sobre a granulometria dos sedimentos de fundo constitui um aspecto fundamental no conhecimento dos processos de erosão, transporte e deposição que ocorrem numa corrente fluvial. Estes dados são de suma importância nos estudos vinculados, tanto a problemas ambientais (mecanismos de erosão e assoreamento, armazenamento de poluentes), de engenharia hidráulica (colmatação de canais e represas, desgastes de hélices de turbinas de centrais hidrelétricas, etc.), como a problemas relacionados com ecologia destes sistemas (relação com a flora, fauna aquática).

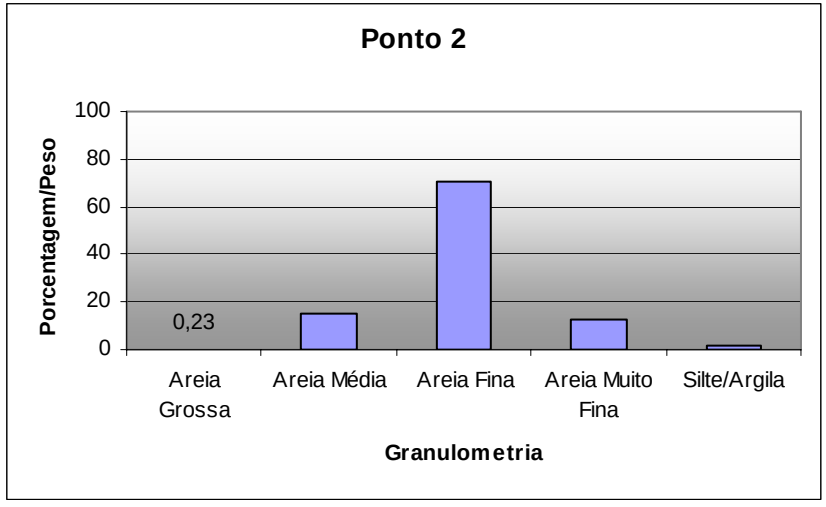
Resultados e discussões

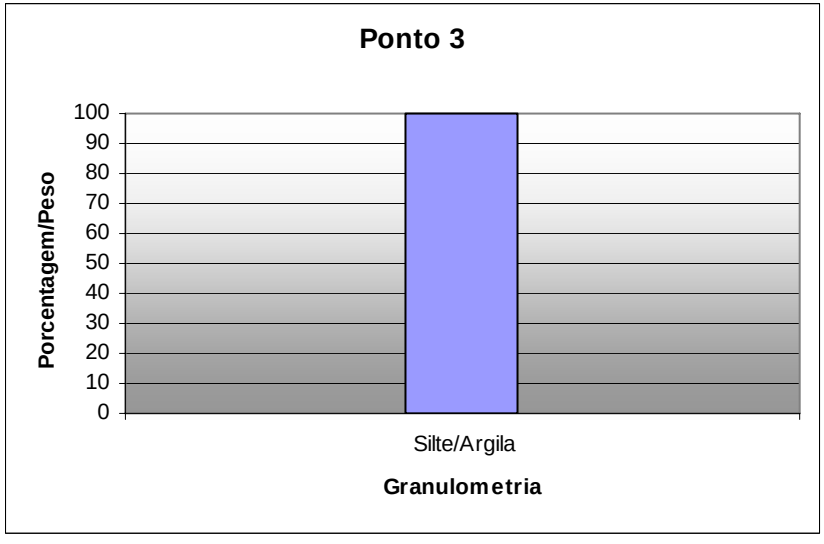
As análises granulométricas dos sedimentos do alto Araguaia demonstraram que os materiais predominantes são areias finas e secundariamente areia muito fina e média (Figura 10). A abundância deste tipo de granulometrias é devido à área fonte ser constituída por arenitos eólicos da Formação Botucatu, compostos por areias dessas granulometrias, e estão, do ponto de vista sedimentológico, muito bem selecionados. A presença ocasional de granulometrias mais grossas (areias muito grossas) está fundamentalmente relacionada á presença de micro agregados de argila ou pequenas concreções ferruginosas.

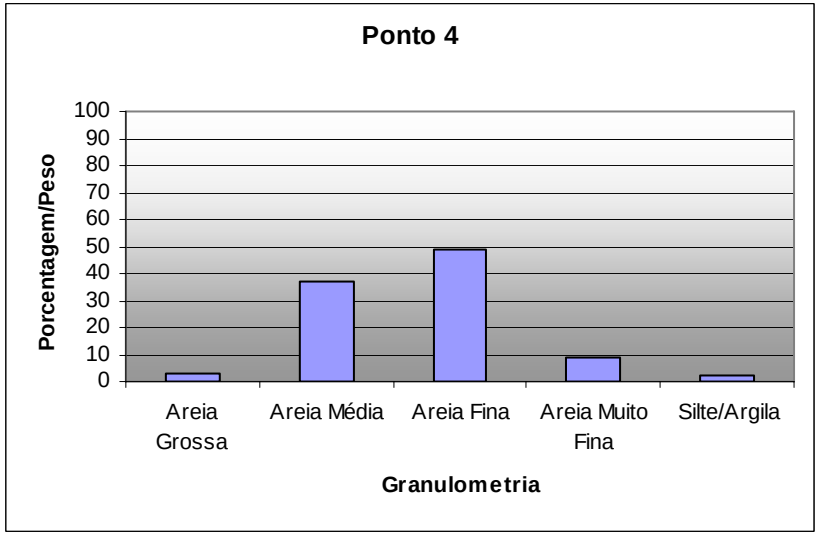
> Sendo o sistema fluvial competente para movimentar este tipo de tamanho de partículas durante os períodos de estiagem, praticamente a totalidade dos sedimentos produzidos nesta área fonte é transportada ao longo dos canais. Os fenômenos de assoreamento na área de estudo estão limitados à entrada de grandes massas de sedimentos arenosos produzidos pelas voçorocas (“inputs” episódicos) que em alguns anos são redistribuídos pelo sistema principal, transferindo os problemas de assoreamento para a jusante do sistema.

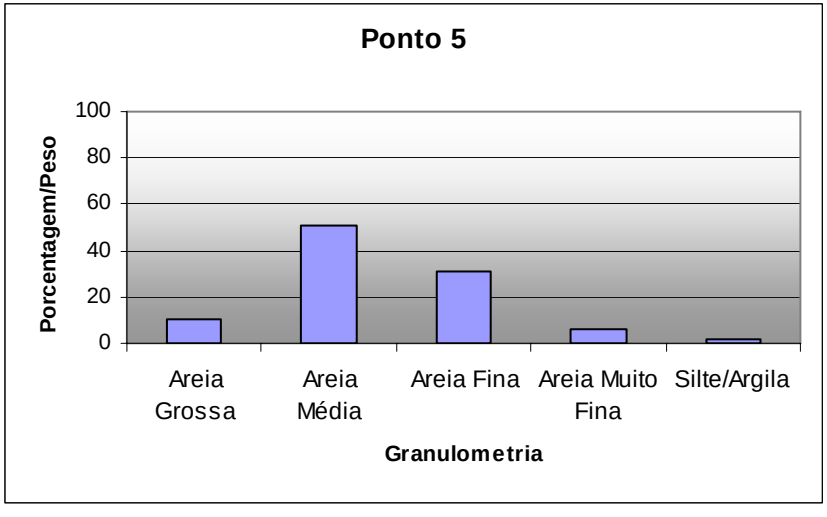
**Figura 10 – Granulometrias de Sedimentos de Fundo**

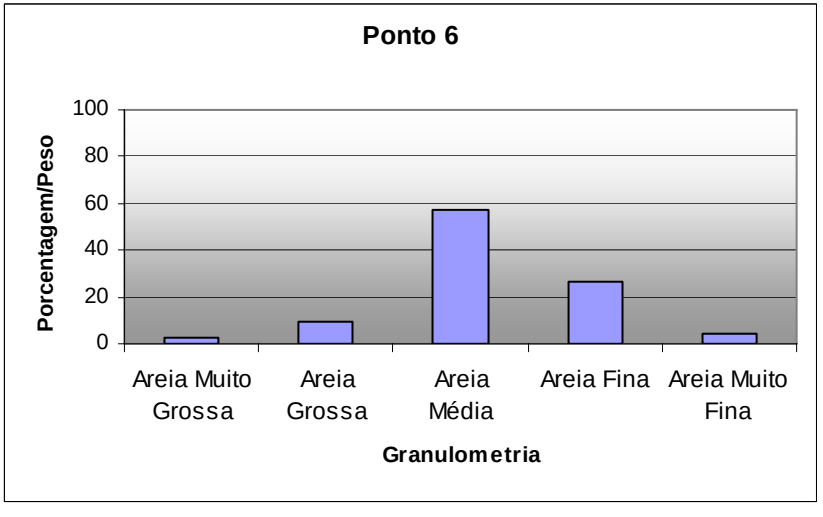


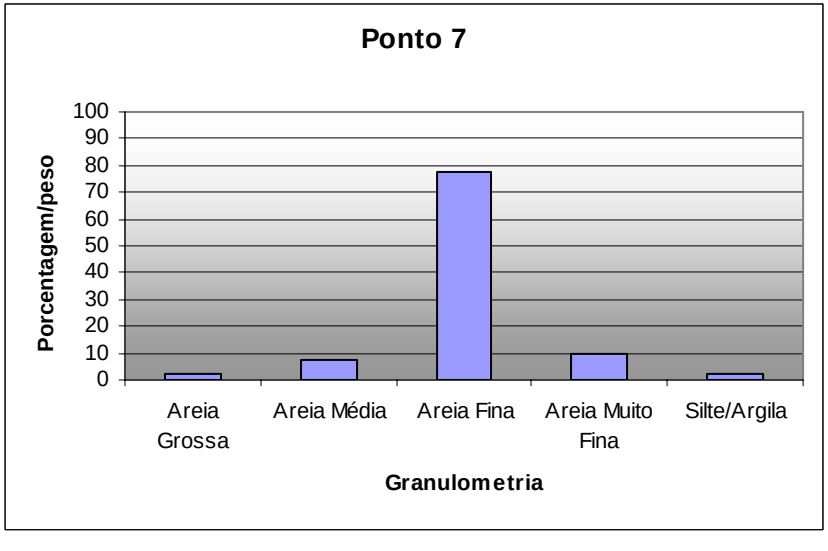



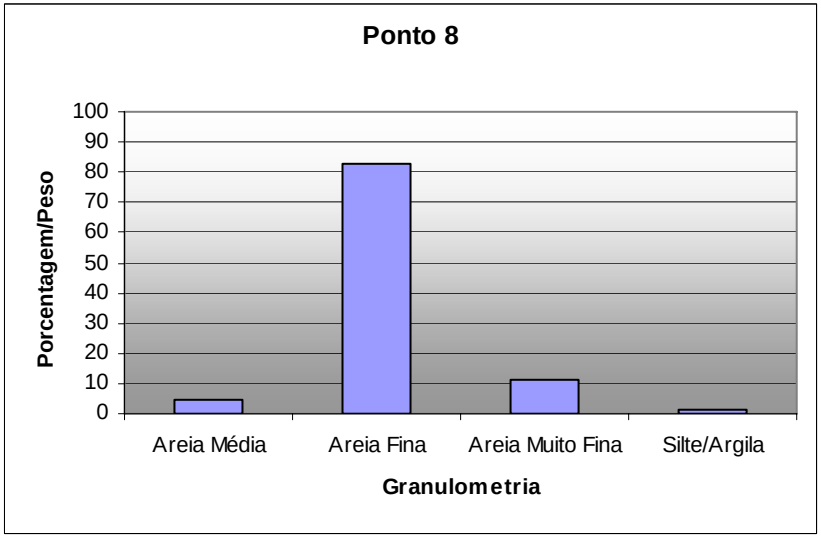




Ponto 5
Porcentagem/Peso
100
80
60
40
20
0
Areia Grossa
Areia Média
Areia Fina
Areia Muito Fina
Silte/Argila
Granulometria


Ponto 6
Porcentagem/Peso
100
80
60
40
20
0
Areia Muito Grossa
Areia Grossa
Areia Média
Areia Fina
Areia Muito Fina
Granulometria


Ponto 7
Porcentagem/peso
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Areia Grossa
Areia Média
Areia Fina
Areia Muito Fina
Silte/Argila
Granulometria


Ponto 8
Porcentagem/Peso
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Areia Média
Areia Fina
Areia Muito Fina
Silte/Argila
Granulometria

### 3.7.2 Sedimentos em Suspensão

Metodologia

Foi determinada na área de estudo a concentração de sedimentos em suspensão que os cursos fluviais transportam, isto é, o peso de partículas de tamanhos argila e silte contidos num determinado volume de água. Os resultados expressam-se em mg/l.

Foram coletadas no total 08 amostras. Como mestra a Figura 10, as amostras foram analisadas no Laboratório de Geologia e Geografia Física (LABOGEF) do Instituto de Estudos Sócio-ambientais da Universidade Federal de Goiás. As amostras coletadas no campo tiveram um volume de 1,0 lt, (com réplica) e foram tomadas a 60% da profundidade existente. O método de determinação da concentração de sedimentos suspensos utilizados foi o descrito por Orfeo (1995) e padronizado pela ASCE (1977). Constitui na filtragem com bomba de vácuo de uma alíquota de amostra (250ml) por membrana de éster celulose de 0,45 μm de poro e 47 mm de diâmetro (Millipore), previamente secada em estufa e pesada. A determinação da quantidade de sedimento retido no filtro é determinada por pesagem do filtro seco em balança de precisão.

*O conhecimento da descarga sólida se faz necessário para avaliar a degradação de uma bacia, verificar a qualidade da água, estudar o assoreamento de rios e reservatórios (lagos), assoreamentos em obras fluviais como barragens e para outras pesquisas ambientais e de engenharia.*

As vazões líquidas e sólidas de um sistema fluvial constituem valiosos indicadores ambientais, que refletem as relações entre a precipitação da região e as características da bacia (geologia, relevo, vegetação), os processos geomorfológicos que operam na mesma, e a influência da ação antrópica (uso) sobre os processos de erosão.

Embora medições sistemáticas de vazões líquidas e determinações de concentração de sedimentos em suspensão sejam necessárias para avaliar a vazão de sedimentos sólidos transportados por um sistema fluvial, os dados aqui apresentados podem ser utilizados como indicadores do transporte de sedimentos suspensos durante o período de chuvas.

Resultado e Discussões

Os valores obtidos foram muitos baixos, da ordem de 1 a 9 mg/l para a maioria dos cursos (Tabela 8). Os máximos valores foram 129 mg/l num ponto, e outros dois de menor concentração, de 48 e 30 mg/l respectivamente.

Embora a área esteja submetida a processos acelerados de erosão linear, a geologia regional, composta dominantemente por arenitos da Formação Botucatu, aporta pouca quantidade de carga em suspensão à bacia como demonstram os resultados das análises.

**Tabela 8 – Concentração Total de Sedimento em Suspensão**

| Pto de Coleta | Posição | Data | Peso do filtro (g) | Peso filtro + sedimento (g) | Peso do sedimento (g) | Concentração total (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 17053’32.9”e 53007’35.4” | 19/02/04 | 0.0913 | 0.1559 | 0.0646 | 129.2 |
| P2 | 17053’35” e 530 07’33.5” | 19/02/04 | 0.0921 | 0.0937 | 0.0016 | 3.2 |
| P3 | 17055’48.4”e 53001’31.7” | 19/02/04 | 0.0921 | 0.0939 | 0.0018 | 3.6 |
| P4 | 18000’02”e 53002’18” | 19/02/04 | 0.0922 | 0.0953 | 0.0031 | 6.2 |
| P5 | 18000’40”e 53003’36” | 19/02/04 | 0.0911 | 0.0959 | 0.0048 | 9.6 |
| P6 | 18001’43,6”e 53004’15” | 19/02/04 | 0.0909 | 0.0914 | 0.0005 | 1 |
| P7 | 17056’41,3”e 53008’05” | 19/02/04 | 0.0928 | 0.1168 | 0.024 | 48 |
| P8 | 17055’35,2”e 53006’38” | 19/02/04 | 0.0918 | 0.1072 | 0.0154 | 30.8 |

Os valores maiores de concentração são devidos a introdução local de minúsculas partículas detríticas orgânicas introduzidas na água quando o córrego cruza as veredas cobertas de vegetação ciliar, ou seja, a concentração real de sedimentos inorgânicos em suspensão e muito menor, da ordem de <10 mg/l. Estes altos valores se diluem rapidamente e em termos gerais toda a alta bacia do Araguaia apresenta baixa concentração de sedimentos em suspensão, mesmo em amostras coletadas logo á jusante de focos erosivos.

Observação: As amostras em vermelho contêm muita matéria orgânica.

### 3.7.3 Parâmetros Físico-Químicos: pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido.

Metodologia

Diversos parâmetros físico-químicos como pH, condutividade e oxigênio dissolvido são de grande utilidade para avaliar a qualidade das águas superficiais. Embora medições sistemáticas sejam necessárias para uma completa avaliação do comportamento destes parâmetros em sistemas fluviais, os valores pontuais aqui apresentados, coletados durante a estação de chuvas (fevereiro de 2004) e, nesse sentido, são indicadores de um momento igualmente pontual no tempo.

Os valores foram obtidos com um multi-analizador de águas portátil, Horiba U-22 e os pontos de amostragens foram os mesmos apresentados na Figura 10

**pH (Potencial Hidrogênico)**

Resultados e discussões

O pH da água é uma variável ambiental importante já que é um fator limitante à colonização dos sistemas aquáticos pelos diferentes organismos. Quanto mais baixo o pH, maior é a concentração de ácidos orgânicos dissolvidos. Em ambientes aquáticos continentais os valores característicos variam entre 6 e 8. Embora, na área de estudo, os valores oscilaram entre 4,16 e 5,3, indicando uma considerável acidez das águas (Tabela 10). Duas variáveis importantes podem ser consideradas para explicar este comportamento nas águas superficiais do Alto Araguaia; a) a acidez típica dos solos do Cerrado b) a presença de veredas com sedimentos turfosos, muito ricos em matéria orgânica.

**Condutividade elétrica –mS/m**

Resultados e discussões

A condutividade elétrica é a capacidade que uma solução tem em conduzir corrente elétrica. Este parâmetro função da concentração dos íons presentes na solução e se expressa em mili-siemens por metro**.** Quanto maior a concentração iônica, maior a condutividade elétrica. O teor de sólidos dissolvidos está relativamente relacionado com o teor de condutividade, pois em águas muito puras a condutividade é baixa e a resistência é maior.

A condutividade elétrica constitui uma das variáveis mais importantes da água, podendo fornecer informações sobre o metabolismo do ecossistema aquático e fenômenos importante que ocorram na sua bacia de drenagem.

Os valores obtidos na área de estudo foram muito baixos devido o fato de que a Geologia regional é dominada por sedimentos arenosos extremamente ricos em quartzo (um mineral muito estável), o aporte de carga dissolvida ao sistema fluvial é fortemente reduzido (Tabela 9), mesmo a jusante das voçorocas ou nascentes.

**Oxigênio Dissolvido (mg/l).**

Resultados e discussões

Diversos gases, incluindo nitrogênio e dióxido de carbono, podem ser dissolvidos na águas dos rios, mas o Oxigênio Dissolvido ($O_2$) pode ser considerado o mais significativo pela sua importância vital para os organismos aquáticos. A principal fonte de $O_2$ é a atmosfera e sua presença nas águas superficiais depende das condições de pressão atmosférica e temperatura. Quanto maior a temperatura, menor a solubilização do oxigênio na água. A alta temperatura influencia na decomposição da matéria orgânica, ocasionando um alto consumo de oxigênio que está também relacionado diretamente com os processos de fotossíntese e respiração.

A principal perda de oxigênio na água ocorre, principalmente, através do consumo pela decomposição da matéria orgânica; perda para a atmosfera; respiração de mecanismos aquáticos (bactérias e plantas) e por fim, através de oxidação de íons metálicos como Fe e Mn. O oxigênio dissolvido se expressa em massa de oxigênio por unidade de volume, no nosso casso em mg/l.

Os valores registrados na área de estudo são normais e indicam que não existem limitações ecológicas referentes a este parâmetro na região (Tabela 10).

**Tabela 9 – Parâmetros Físico-Químicos**

| Ponto | Posição | Data | pH | Condutividade (mS/m) | O.D g/lt |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 17053’32.9” 53007’35.4” | 19/02/04 | 5,16 | 0,0 | 7,7 |
| 2 | 17053’35” 53007’33.5” | 19/02/04 | 4,30 | 0,0 | 8,0 |
| 3 | 17055’48.4” 53001’31.7” | 19/02/04 | 4,5 | 1,0 | 7,2 |
| 4 | 18000’02” 53002’18” | 19/02/04 | 4,9 | 1,0 | 10,3 |
| 5 | 18000’40” 53003’36” | 19/02/04 | 5,3 | 5,0 | 7,7 |
| 6 | 18001’43,6” 53004’15” | 19/02/04 | 4,3 | 1,0 | 8,8 |
| 7 | 17056’41,3” 53008’05” | 19/02/04 | 4,8 | 0,09 | 7,3 |
| 8 | 17055’35,2” 53006’38” | 19/02/04 | ,5 | 0,09 | 8,5 |

## 4. CLIMA

Metodologia

O condicionante climático, em especial a precipitação pluvial em meio tropical, é considerado pelo DAEE/IPT (1989) e INFANTI JR. & FORNASARI FILHO (1998) como um dos fatores naturais determinantes da intensidade dos processos erosivos lineares. Segundo estes autores o manejo inadequado de áreas de pastagens e "culturas de má cobertura", geram processos erosivos lineares de alta magnitude a partir de linhas de concentração de águas pluviais como ravinamentos e voçorocamentos. Igualmente BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) destacam a importância da avaliação da erosividade na quantificação de perda de terra por processos erosivos e chamam a atenção para a necessidade de se determinar os índices de precipitação adequados para cada tipo de processo erosivo. Neste sentido, MOREIRA & PIRES NETO (1998) propõem como temática para pesquisa dos processos erosivos a determinação dos regimes de precipitações considerando-se a sazonalidade, intensidade e magnitude das chuvas que predominam nas áreas frágeis à incidência de erosões. Finalmente, segundo BOIN (2000): *é o clima, mais especialmente a sucessão de eventos pluviais, bem como sua intensidade e duração, que ocasionam os impactos que favorecem a erosão.* Este estudo enfatizou, portanto, apenas o estudo das chuvas tendo em vista seu poder erosivo.

Desta forma, considerando a necessidade do conhecimento das características das precipitações pluviais para melhor entender-se os processos erosivos na área, é este trabalho apoiou-se nos estudos realizados por ASSAD (1994) sobre as relações entre chuvas e risco para a agricultura, trabalhando com análise pentadial (de 5 dias consecutivos) e por BOIN (2000) sobre chuva e erosão, que considera chuvas com 10 mm em 60 minutos, de potencial erosivo. Como base metodológica foi utilizado o modelo de tratamento estatístico de dados pluviográficos (intensidade e duração) utilizado pela CPRM- Goiânia (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), e os estudos de REICHARDT (1987), sobre ordem de grandeza das intensidades.

Devido à necessidade de uma maior espacialização, no referente ao número de estações pluviométricas na bacia estudada, e para uma melhor avaliação da distribuição das pluviosidades, foram necessários dados de várias estações pluviométricas, o no total, situadas no entorno da área, pela insuficiência de estações seguras e com séries longas e contínuas de chuvas na própria área de estudo. Para tanto aplicou-se o Método de Thiessen que considera a não uniformidade da

distribuição espacial das estações, mas não leva em consideração o relevo da bacia. Utilizou-se principalmente as médias de três estações: Fazenda Alto Taquari, São Bernardo e Fazenda Formoso, para o preenchimento da lacuna existente, e para a verificação do resultado foi realizado, ainda, o cálculo pelo o Método da Média Aritmética - admitindo-se que todos os pluviômetros têm o mesmo peso. O método ignora as variações geográficas da precipitação - chegando-se a um resultado aproximado da área.

O Método de Thiessen consiste no seguinte: a) ligação das estações por trechos retilíneos; b) traçamento de linhas perpendiculares aos trechos retilíneos passando-se pelo meio da linha que liga as estações; c) prolongamento da linha perpendicular até encontrar a outra. O polígono é formado pela interseção das linhas, correspondendo à área de influência de cada estação; d) cálculo da precipitação média pela aplicação da fórmula: $Pm = 1/A. \sum Ai.Pi$, pode:

Pm = a precipitação média na área em mm
Pi = precipitação média de um pluviômetro

n = o número total de pluviômetros.

Os registros foram obtidos junto à base de dados da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) que continham séries históricas longas e mais completas que variam entre 15 e 29 anos de registros, embora tenha havido déficit de alguns anos para algumas dessas estações. As estações foram: Alto Araguaia - S 17°18'07'' e W 53°13'13'' (29 anos de registro de dados), Alto Garças - S 16°56'38'' e W 53°31'31'' (21 anos de dados), Fazenda Babilônia - S 17°21'07'' e W 53°05'05'' (20 anos de dados), Fazenda Nicomedes - S 17°26'00'' e W 52°51'00'' (15 anos de dados), Ponte do Cedro - S 17°34'46'' e W 52°36'36'' e Fazenda Taquari - S 17°40'42'' e W 53°15'05'' (estas duas com 21 anos de dados), e esta última também com 10 anos de registros pluviográficos, indispensáveis para o cálculo das intensidades e durações dos episódios chuvosos. Com os dados coletados realizou-se o cálculo com base no Método de Média Aritmética - utilizando médias anuais dessas estações cujos resultados foram tratados estatisticamente.

Para a manipulação dos dados pluviométricos foi firmada uma parceria entre a IESA (Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás) e o Departamento de Agrometeorologia e Geoprocessamento da EMBRAPA-CNPAF, tendo sido utilizado, tanto para a digitação como para a análise frequencial dos dados diários de precipitação pluvial o programa SARRA (Sistema de Análise Regional dos

Riscos Agroclimáticos, desenvolvido pelo Centro de Cooperação Internacional dos Recursos Agronômicos) no seu módulo Sarramet (SARRA METEOROLÓGICO).

Para o traçamento das isoietas da média do total precipitado (mm) realizou-se uma interpolação linear entre as estações analisadas, considerando um período que variava de 1964 a 1999, utilizando-se uma Base Planimétrica, que foi digitalizada pela Gerência Institucional de Desenvolvimento – CPRM. Após então, na Seção de Geoquímica deste utilizou o software OASIS 4.3, produzido pela Geosoft, onde os dados foram interpolados e em seguida, gerou-se os Grids e as isoietas, que correspondem a linhas de igual valor de chuva que podem ser traçadas para eventos ou uma duração específica.

Posteriormente ao tratamento dos dados diários coletados procedeu-se à análise frequencial[2] das precipitações pluviométricas, como proposto por ASSAD (1994), considerando períodos de cinco dias (pêntadas) que totalizam 72 pentadas/ano cuja correspondência é a seguinte:

- 1ª à 6ª - janeiro;
- 7ª a 12ª - fevereiro;
- 13ª a 18ª - março;
- 19ª a 24ª - abril;
- 25ª a 30ª - maio;
- 31ª a 36ª - junho;
- 37ª a 42ª - julho;
- 43ª a 48ª - agosto;
- 49ª a 54ª - setembro;
- 55ª a 60ª - outubro;
- 61ª a 66ª - novembro;
- 67ª a 72ª - dezembro.

Após a entrada e o processamento dos dados de precipitação pluviométrica foram analisados os intervalos de freqüência das pêntadas e as quantidades de totais anuais de modo a proceder-se à análise frequencial das precipitações e determinou-se os períodos, considerando freqüência de 80% dos totais anuais, correspondentes aos maiores índices pluviométricos e de maior potencialidade erosiva. As pêntadas compreendidas entre a 1ª-18ª e entre a 55ª-72ª foram escolhidas por representarem o período chuvoso e foram assim consideradas, por serem são as mais importantes para

[2]Entende-se o número de vezes que um valor ou um subconjunto de valores do domínio de uma variável aleatória aparece numa experiência ou em uma observação de caráter estatístico.

a instalação e evolução dos processos erosivos, conforme a literatura consultada e os depoimentos de proprietários e administradores rurais.

Por fim foram coletados dados da estação pluviográfica[3] fornecida pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) as estação Fazenda Taquari - 17°40'42" S e 53°15'05" W com 9 anos de registros pluviográficos (1990-1999). Essa estação é uma das mais próximas da área das nascentes, nos meses referentes à estação chuvosa (outubro a março) e a única que tem registro pluviográfico.

Para a análise das intensidades e duração das chuvas, foi utilizado um modelo de cálculo cedido pelo Departamento de Supervisão da área de Hidrologia e Recursos Hídricos da CPRM-Goiânia:

$$I = \frac{CP.60}{D}$$

Onde: I = Intensidade (mm/h)

CP = Chuva Parcial (mm)

D = Duração (minutos)

Com apoio dos trabalhos de FILHO (2000) e BOIN (2000), que consideram chuvas a partir de 10mm em 60 minutos com intensidade de 10 mm/h potencialmente erosiva, optou-se por adotar essa intensidade como referência e a classificação de REICHARDT (1987) que determinam a intensidade e a duração de uma chuva: Fraca, Moderada e Forte, segundo REICHARDT (1987), onde:

-**Fraca**: vai de intensidade inapreciável até 2,5mm por hora. Constitui-se de gotas isoladas, facilmente identificáveis; quando a precipitação é uniforme é chamada de "garoa".

-**Moderada**: de 2,5 a 7,5mm por hora. Observam-se pequenos respingos sobre as superfícies planas. Há formação relativamente rápida de poças d'água.

-**Forte**: quando a precipitação por hora é superior a 7,5mm. A chuva parece cair em lençóis, não sendo possível identificar gotas isoladas; observam-se respingos grandes que se elevam bastante das superfícies planas. Formação rápida de poças d'água. A visibilidade é prejudicada.

[3] "Pluviógrafo é um equipamento utilizado na coleta da precipitação.É um aparelho que registra automaticamente as variações da precipitação ao longo do tempo.Este aperelho pode ser gráfico ou digital e é visitado periodicamente por um observador." (BERTONI, J. C., TUCCI,C. E. M.(Org.). 2000, p 182.

Foram ainda compilados de Boulet (2001) os dados da cidade de Mineiros (posto do Mosteiro dos Beneditinos) e proximidades (Fazenda Babilônia e da Fazenda Graúna), cujas séries históricas eram menores e apenas pluviométricas, para efeito de ilustração. Por fim foi feito o recorte do polígono sobre o mapa das médias anuais das chuvas aqui apresentado, com auxílio de geoprocessamento para ilustração dos totais médios anuais e suas relações espaciais com os focos erosivos.

### 4.1 Distribuição das Chuvas

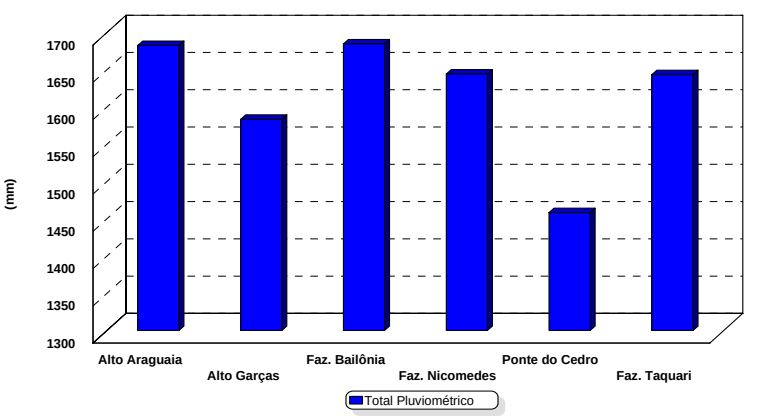
Com relação aos totais pluviométricos, de acordo com NIMER (1979) a altura média alcançada pela precipitação durante o ano sobre o território goiano é de 1500 mm. Mas, para a Bacia do Rio Araguaia, segundo Assad (1994), a altura pluviométrica média é de 1600 mm. No presente trabalho constatou-se que as estações analisadas apresentam uma boa oferta pluviométrica que varia de 1458 a 1682 mm, portanto englobando os dois valores acima, para as seis estações da ANEEL analisadas; apenas a estação Ponte do Cedro apresentou uma média abaixo da altura média do Estado de Goiás e da Bacia (Figura 11).

> Os totais pluviométricos anuais da bacia do Alto Araguaia, para as seis estações estudadas, permitem constatar uma distribuição variada, embora todas apresentem totais elevados. A Fazenda Taquari apresenta-se como uma em que as precipitações são maiores, similares aos maiores acima citados.

A Figura 11 abaixo mostra as médias dos totais anuais de precipitações nessas seis estações destacando-se que os maiores valores de precipitação acontecem nas estações Alto Araguaia e Fazenda Babilônia. Na estação Alto Taquari os valores variam entre 1600 e 1650 mm/ano e são próximas daquelas.

**Figura 11 - Totais Pluviométricos em seis Estações Analisadas**

**(Fonte: ANEEL *in* Ramos, 2002)**




As estações

Fazenda Babilônia e Fazenda Taquari têm seus dados pentadiais apresentados nas Figuras 12 e 13). Esta última apresentou um bom resultado nas análises frequenciais em todo o período chuvoso, com uma distribuição frequencial considerável (a 3ª maior média das seis estações estudadas), mas, possui intervalos com dias consecutivos sem chuvas no mês de outubro (entre as pentadas de 55a e 60a), e índices frequenciais baixos nas primeiras pêntadas (primeira quinzena) do mês de novembro, o que indica secas mais prolongadas ou alta freqüência de ocorrência de estiagens nestes meses. A partir da segunda quinzena (64ª a 66ª) do mês de novembro até as primeiras pêntadas do mês de janeiro (1ª e 2ª), verificou-se uma oscilação na distribuição frequencial das precipitações, diferente do observado no restante do mês de janeiro ao início da primeira quinzena do mês de fevereiro com distribuição em níveis crescentes, voltando a oscilar ao final do período chuvoso, mas sem falhas, saturando o solo, tornando-os suscetíveis a processos erosivos.

**Figura 12 - Estação Pluviométrica Fazenda Babilônia - Análise Frequencial (80% de ocorrência). Período de 20 anos. Dados cedidos pela ANEEL.**

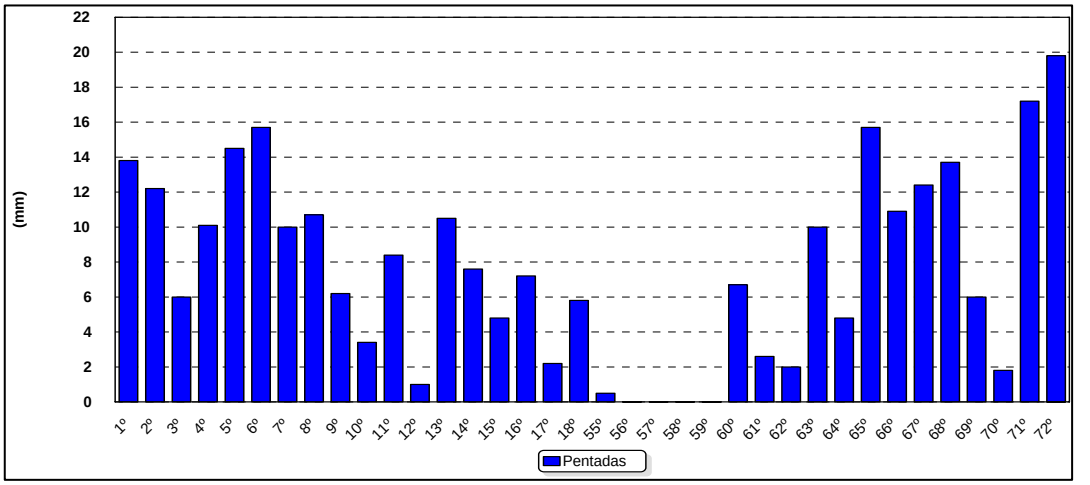
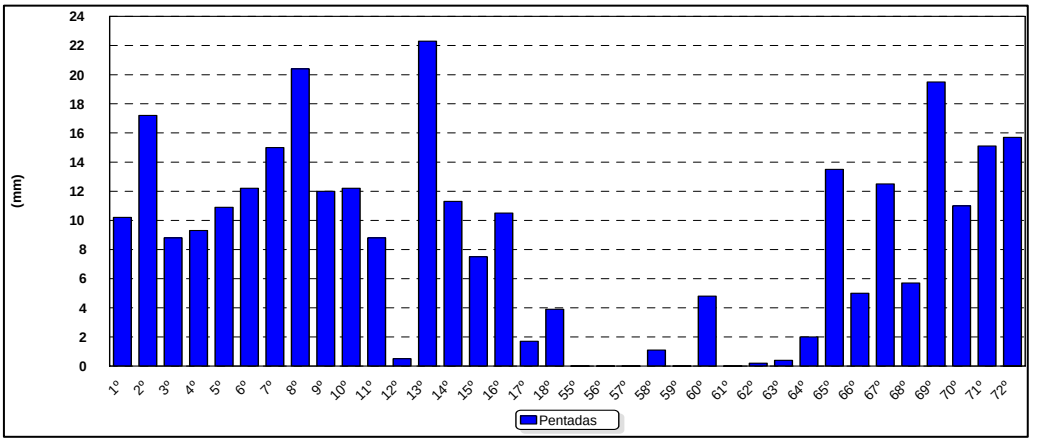



**Figura 13 - Estação Pluviométrica Fazenda Taquari- Análise Frequencial (80% de ocorrência) por pentadas. Dados da ANEEL.**

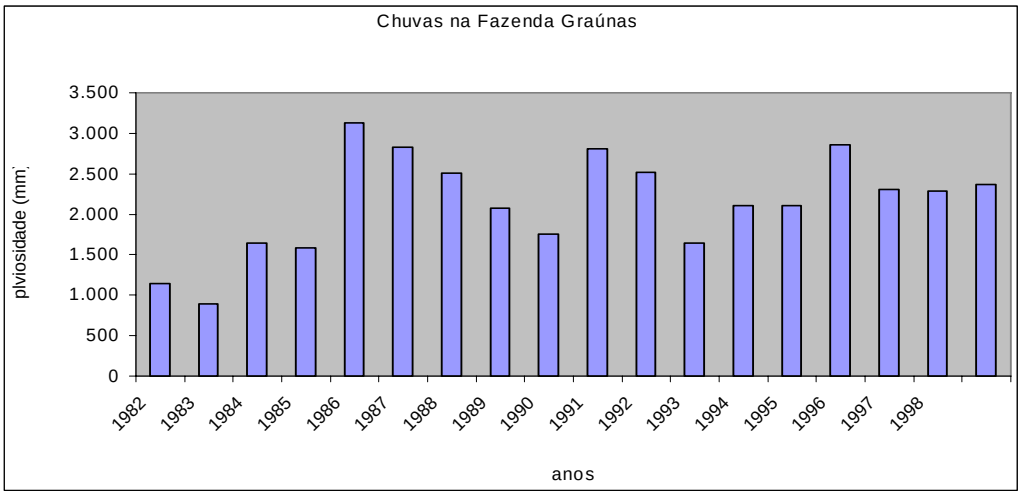


No Mapa das Médias pluviométricas anuais aqui apresentado (Figura 14), os valores foram associados a cores, que variam de tonalidades verdes, mais elevados, a amarelas que correspondem aos valores intermediários, até as tonalidades em cor marrom que correspondem aos valores menores. Os maiores totais médios anuais ultrapassam a média para o Estado de Goiás que é de 1500 mm/ano (Assad, 1994). Os demais são correlacionáveis a este.

Na faixa central em amarelo predominam totais médios no período analisado que variam entre 1575 e 1550 mm/ano. Estão diretamente relacionadas ao eixo principal do Rio Araguaia e onde se concentram o maior número de focos erosivos lineares, em sua maioria nos solos arenosos. Já a faixas em tons mais escuros, que variam de 1550 a 1500, predominam na parte oeste da área, sobretudo no Rio Araguainha e seus afluentes.

Os totais pluviométricos da cidade de Mineiros oscilam entre 1200 e 2000mm (posto do Mosteiro dos Beneditinos) e proximidades da mesma (Fazenda Babilônia), podendo chegar, em alguns anos excepcionais a 3000mm (Fazenda Graúna), dependendo da posição em relação ao relevo de planaltos e chapadas (Figura 16 e 18) que podem constituir uma barreira orográfica para as chuvas. A temperatura média anual está em torno dos 20$^{o}$ C, as mínimas raramente são menores que 15$^{o}$ C, enquanto que as máximas ultrapassam facilmente os 25$^{o}$ C. (Relatório de consultoria - Boulet, 2001)

**Figura 15 - Totais Pluviométricos Anuais da Fazenda Graúna (1982 a 2000)**




(Fonte: *in* Relatório de Consultoria - Boulet, 2001)

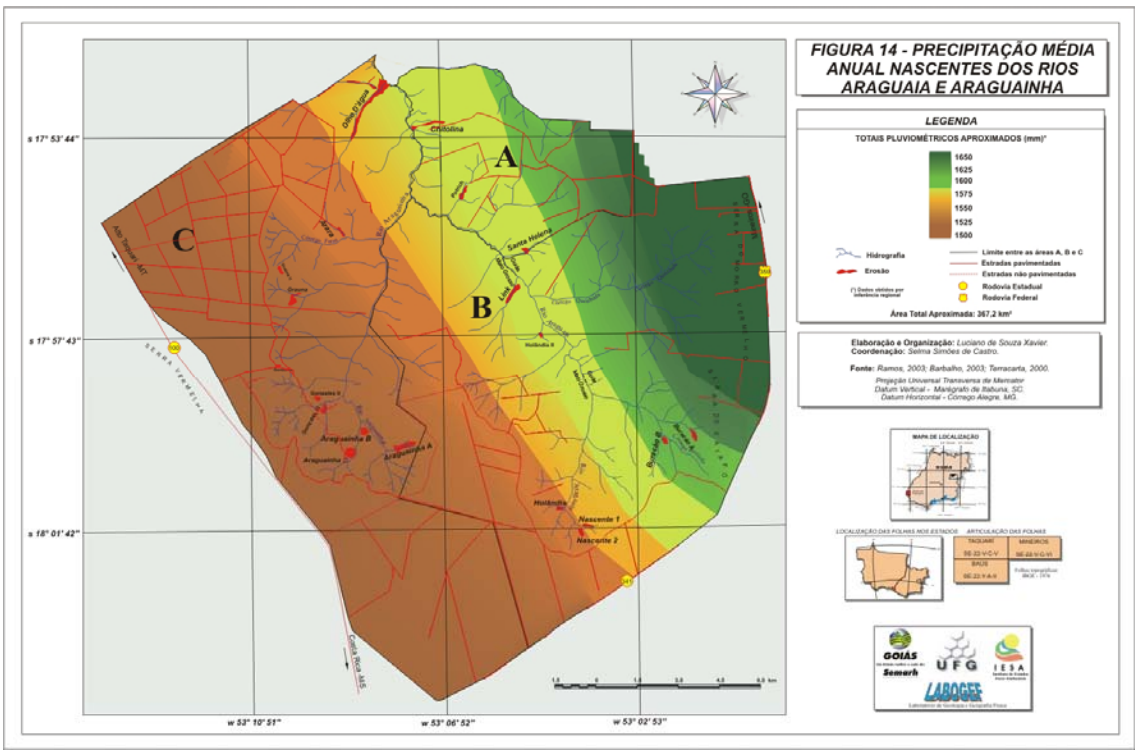
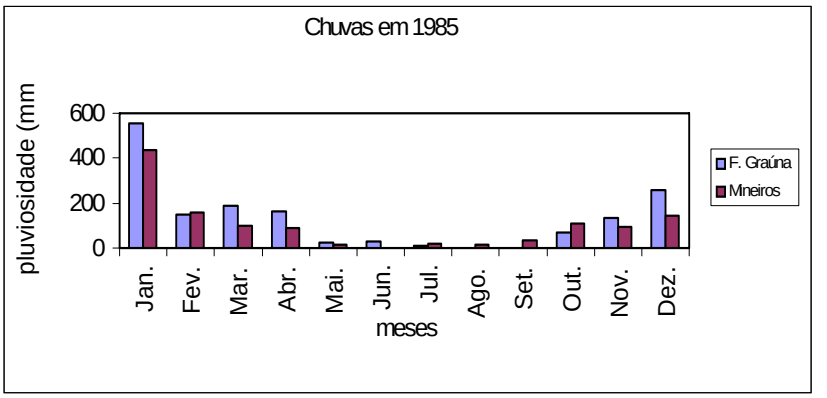


FIGURA 14 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
TOTAIS PLUVIOMÉTRICOS APROXIMADOS (mm)*
1650
1625
1600
1575
1550
1525
1500
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier.
Coordenação: Selma Simões de Castro.
Fonte: Ramos, 2003; Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
A
B
C
Chitolina
Santa Helena
Araguainha B
Araguainha A
Nascente 1
Nascente 2
Holândia
Buracão B
Costa Rica MS
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF

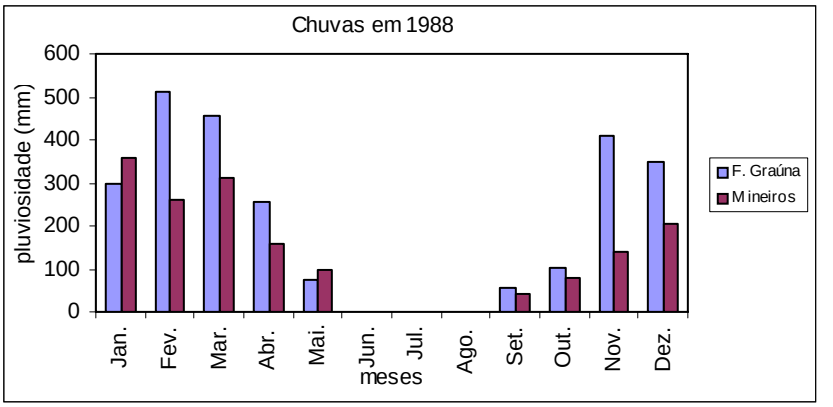
A título de exemplo são apresentados dados comparados entre Mineiros e a fazenda Graúna, onde se pode perceber que na referida Fazenda num mesmo ano chove mais, como mostram os gráficos a seguir.

**Figura 16 - Chuvas na cidade de Mineiros (Mosteiro dos Beneditinos) e na Fazenda Graúna em 1985**




(Fonte: *in* Relatório de Consultoria - Boulet, 2001)

**Figura 17 - Chuvas na cidade de Mineiros (Mosteiro dos Beneditinos) e na Fazenda Graúna em 1985**




(Fonte: *in* Boulet, 2001)

A correlação entre as duas informações, e ainda com o mapa de uso do solo, adiante, permitiu a realização de comparações e a constatação de que há uma grande inter-relação entre o desmatamento da área, o tipo de solo, a quantidade de chuvas, com as ocorrências de erosão na área em estudo pois que aí efetivamente chove mais que em outras áreas do estado de Goiás. Mais uma razão para que os solos, que são frágeis, não fiquem desprotegidos, o que não aconteceu. Entretanto, há que se considerar que as séries analisadas iniciam-se praticamente no período de

intensificação dos desmatamentos, e assim, não é possível saber se já eram assim antes ou se ficaram mais elevadas após este, o que só seria possível saber através de pesquisas mais aprofundadas junto a antigos moradores e em registros de fazendas e de jornais da época, já que não há séries mais antigas.

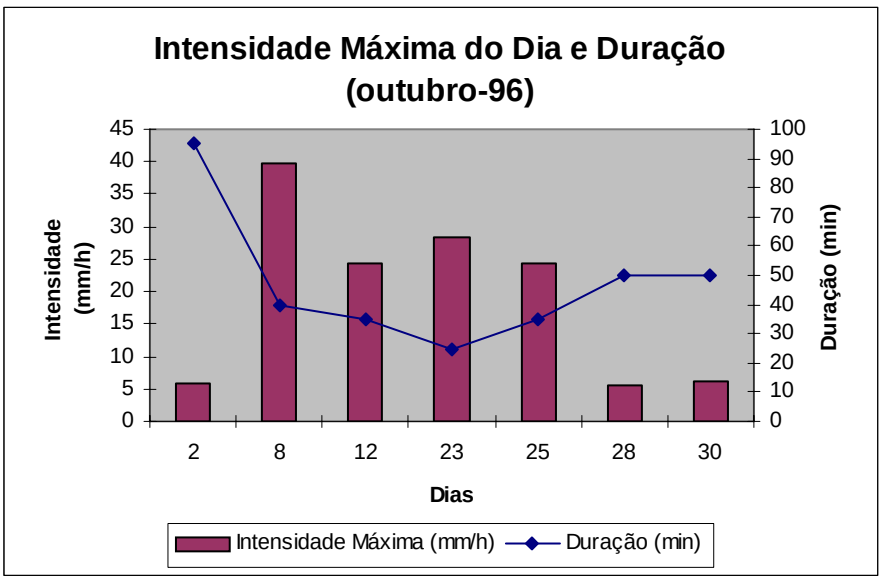
### 4.2 Análise da Intensidade das Chuvas

Considerando que as chuvas são os principais agentes deflagradores dos processos erosivos, torna-se importante quantificar e classificar as chuvas que podem desencadear tais processos, que, em sua maioria, são de alta intensidade e de curta duração. Assim, realizou-se as análises dos dados das estações pluviográficas, nos meses referentes à estação chuvosa (outubro a março), cujos resultados são apresentados abaixo para a Estação Fazenda Taquari que se situa próximo da área e é a única nas imediações que dispõe desses dados.

Na Estação Fazenda Taquari, obteve-se os seguintes resultados:

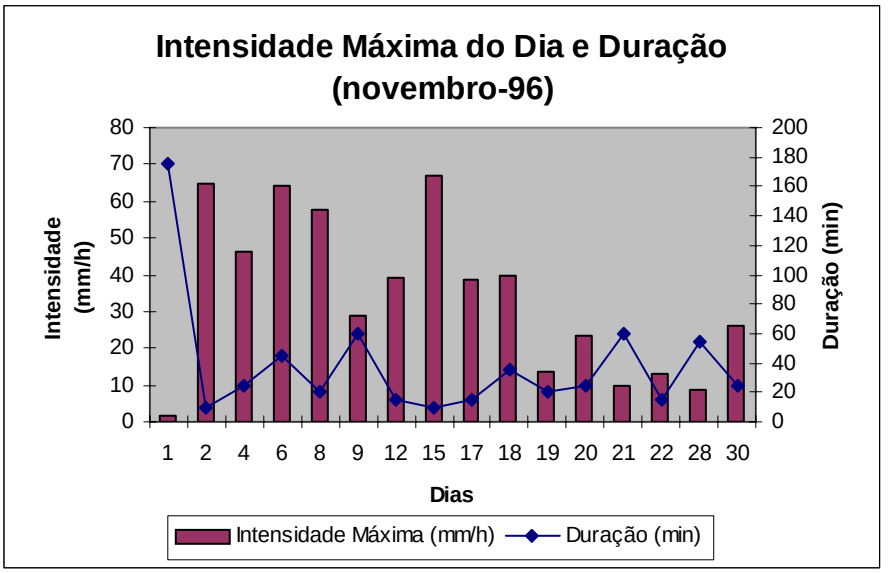
- Entre todos os meses de outubro analisados, o que ocorreu a maior intensidade foi o mês do ano de 1998, com 60mm/h em uma chuva de 10mm em 10 minutos. Já 1996 foi o ano que mais choveu neste mês, cujas intensidades mais fortes foram: 39.9 mm/h em 40 minutos com uma chuva de 26,6 mm; 28.3mm/h em 25 minutos de uma chuva de 14.2mm e 24.3mm/h em 35 minutos de uma chuva 14.2mm. Com relação às análises freqüências (pluviométricas), nesse mês não houve resultados significativos. A Figura 18 ilustra o exposto.

**Figura 18 - Intensidade Máxima do Dia e Duração – Estação Fazenda Taquari – Outubro de 1996. Dados cedidos pela CPRM.**



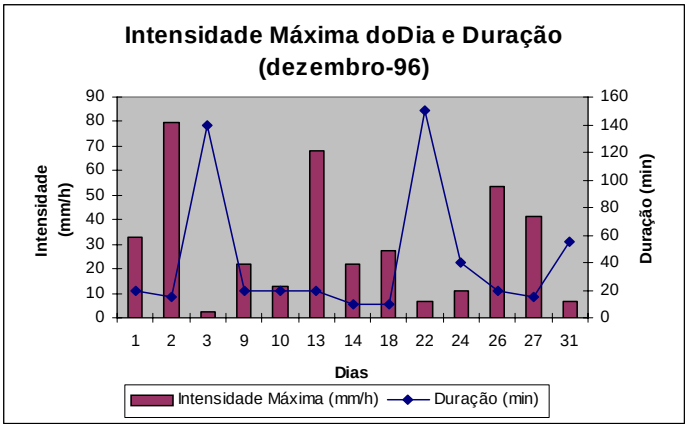
- O mês de novembro onde ocorreu a maior intensidade foi o de 1996. Neste, também registrou-se o maior número de dias consecutivos com chuvas intensas fortes, seis dias, e as intensidades mais fortes foram, 67.2mm/h com uma chuva de 11,2mm em 10 minutos; 64,8mm/h com uma chuva de 10,8mm em 10 minutos; 57,0mm/h com uma chuva de 19,2 em 20 minutos. A intensidade mais forte registrada nos meses de novembro foi a de 1995, 69,1mm/h com uma chuva de 28,8mm em 25 minutos. Nas análises freqüências (pluviométricos), este mês também não obteve valores muito elevados. A Figura 19 ilustra o exposto.

**Figura 19 - Intensidade Máxima do Dia e Duração – Estação Fazenda Taquari – Novembro 1996. Dados cedidos pela CPRM.**




- A maior intensidade registrada no mês de dezembro foi em 1996, foi de 79,6mm/h, com 19,9mm em 15 minutos, e no ano de 1995, com intensidade de 79.2mm/h, com uma chuva de 13,2em 10 minutos (Figura 20). O mês de dezembro de 1994 foi o que alcançou o maior número de dias com chuva, mas com intensidades um pouco mais baixas em relação a 1995, sendo que o ano com maior oferta em mm foi o de 1996. Os resultados da análises frequenciais, mostraram, uma grande oscilação, porém os maiores índices (freqüências) foram encontrados neste mês.

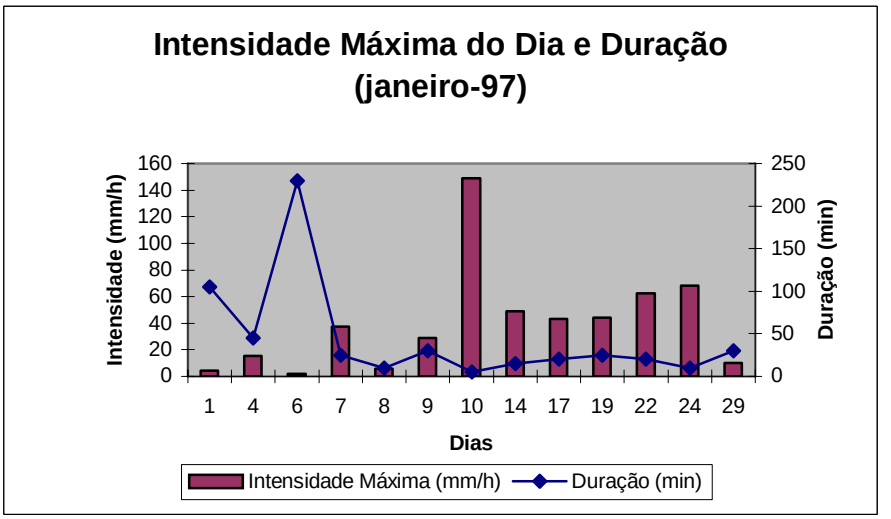
**Figura 20 - Intensidade Máxima do Dia e Duração – Estação Fazenda Taquari – Dezembro de 1996. Dados cedidos pela CPRM**




- No mês de janeiro, as intensidades mais fortes foram de 156,8mm/h, com uma chuva de 39.2mm em 15 minutos no ano 1991 e 148,8mm/h, com 12.4mm em 5 minutos, no ano de 1995 (Figura 21). O mês de janeiro com maior ocorrência de chuva em mm, foi o ano de 1997, apesar de ser o ano que, no geral, mais houve a ocorrência de chuva, e o que obteve as menores intensidades. Nas análises freqüências, este mês foi o que demonstrou um certo nivelamento dos resultados, ou seja, uma maior constância nos resultados, justamente favorecendo saturação do solo.

**Figura 21 - Intensidade Máxima do Dia e Duração – Estação Fazenda Taquari – Jnaeiro de 1997. Dados cedidos pela CPRM.**

- O mês de fevereiro que mais teve ocorrência de chuvas intensas de todos os anos foi o de 1998 (Figura 22). As intensidades mais fortes, foram registradas nos anos de 1999 uma intensidade de 100,8mm/h, com uma chuva de 8,4mm em 5




minutos e o ano de 1995 com intensidade de 86,4mm/h, com uma chuva de 7,2mm em 5 minutos. No mês de fevereiro em que mais ocorreram dias consecutivos com

chuva, foi no ano de 1996, com seis dias; a mais forte intensidade registrada foi de 78,6mm/h, com 26,2mm em 20 minutos e 46,5mm/h, com uma chuva de 31mm em 40 minutos. Os resultados freqüências, mostraram queneste mês não ocorreu intervalos sem chuva, foi um mês com boa oferta pluviométrica.

**Figura 22 - Intensidade Máxima do Dia e Duração – Estação Fazenda Taquari – Fevereiro de 1998. Dados cedidos pela CPRM.**

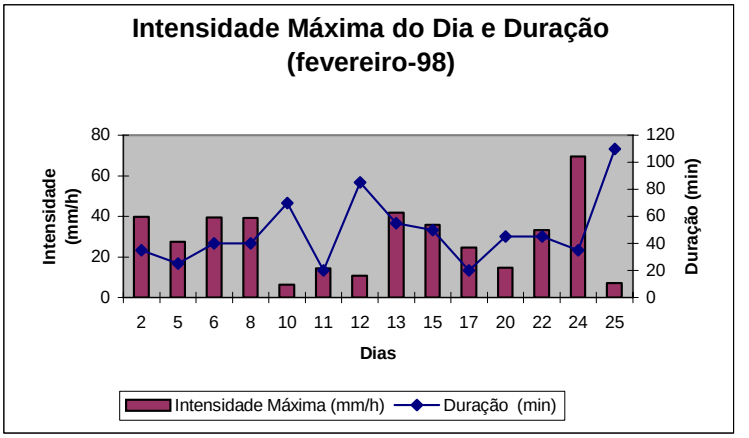
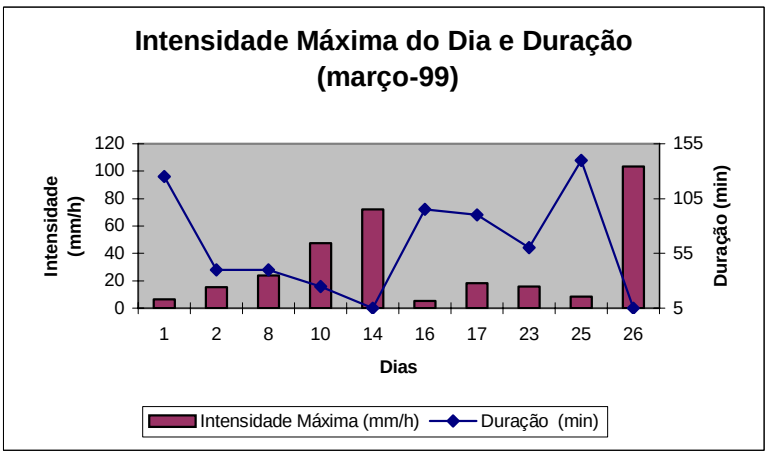



**Figura 23 - Intensidade Máxima do Dia e Duração – Estação Fazenda Taquari – Março de 1999. Dados cedidos pela CPRM.**



- O mês de março com maior quantidade de ocorrência chuvosa foi no ano de 1996. A intensidade mais forte foi registrada no ano de 1999, 103,2mm/h, com 8,6mm em 5 minutos (Figura 23); o ano de 1995, apresentou a segunda intensidade mais forte neste mês, 80,6mm/h, com 33,6mm em 25 minutos.

Em síntese, os resultados das análises do “grid” e das isoietas, demonstram que através da interpolação dos dados das oito estações, ocorre uma maior concentração das chuvas na parte centro-oeste e sudeste da área estudada, coincidindo com a parte onde há a maior ocorrência de erosões da Bacia.

Tendo em vista os resultados dos estudos de freqüência, que comprovaram que os meses de maior ocorrência de chuva estão no período de outubro a março, e ainda, de acordo com a classificação de REICHARDT (1987), são chuvas fortes, mas em menor quantidade. Isso, aliado à amostragem da distribuição da precipitação, corrobora a interpretação de que as causas dos problemas erosivos lineares estão associadas às chuvas e aos fatores naturais e à ação antrópica na região, i.e., à fragilidade da área, substituindo o desmatamento para cultivo e/ou pastagem, sem nenhuma prática conservacionista, que vieram potencializar o fenômeno erosivo.

Conforme os resultados obtidos nas análises de intensidade e duração das chuvas, comprovou-se que as chuvas com o maior potencial erosivo são aquelas com alta intensidade e curta duração.

Corroboram também os estudos realizados pela ELETRONORTE/CNEC (Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S. A.), que demonstraram ser a região da Bacia do Alto Araguaia/Tocantins, um epicentro de chuva máxima e crítica, e o levantamento realizado pela CPRM/DNAE, onde verificou-se que em 25 de dezembro de 1986 foi registrada uma chuva de 84,0 mm em 24 horas, provocando o aparecimento de uma grande erosão, denominada Olho D’água.

Assim, recomenda-se que sejam realizadas campanhas de sensibilização junto aos fazendeiros com propriedades na área sobre a necessidade de um plano de manejo, fortemente preventivo, pois em um solo exposto, arenoso fino, solto e saturado pela água, o excedente não infiltrado acaba por escoar na superfície, fazendo-o de modo concentrado, o que leva à formação de sulcos, ravinas e quando estas interceptam o freático, às voçorocas (IPT, 1986).

Os setores inferiores das vertentes que recebem essa água não infiltrada nos topos e encostas superiores, na forma de enxurrada, com alta velocidade, tornam-se

os que mais acumulam as águas pluviais e os sedimentos trazidos com elas, o que se constata freqüentemente na área, na forma de assoreamento. O controle de algumas ocorrências erosivas é ainda pontual, insatisfatório e baseando-se em murunduns (cordões de barramento externo) que contornam a cabeceira dos focos e rompem a cada ano pois que não favorecem a infiltração nos topos dos interflúvios amplos, subestimam a taxa e a velocidade do escoamento superficial, não atentam para o escoamento subsuperficial alimentado rapidamente pelas chuvas de alta intensidade, pois que muitas delas ainda prosseguem em atividade alta, piorando a cada ano com as novas chuvas (MARINHO, 2002).

# 5. RELEVO

## 5.1 Compartimentação Geomorfológica

### Metodologia

A Compartimentação Geomorfológica foi obtida por compilação das minutas da Folha SE 22 do projeto RADAMBRASIL (1983), em escala 1:250. 000, gentilmente cedidas pelo IBGE-GO. Os limites entre os compartimentos foram ajustados com base em fotointerpretação para a escala 1:60.000, utilizando-se a mesma nomenclatura daqueles autores.

### Resultados e Discussões

Como já exposto, a área integra o Planalto Setentrional da Bacia do Paraná e apresenta dois grandes compartimentos, um mais elevado que pode variar de mais de 650 a 1000m e outro inferior que varia de 650 a 250m. O primeiro integra uma grande superfície aplainada conhecida como a '*Cumeeira do Brasil e da América do Sul'*, uma vez que distribui as águas que se constitui no grande divisor que alimentam as bacias hidrográficas do Amazonas, do Prata e do Paraguai. (IBAMA, 1998). O Mapa de Compartimentação Geomorfológica (Figura 24) evidencia o domínio desses dois compartimentos, em área.

O compartimento superior caracteriza-se como uma *superfície pediplanada*, atribuída ao Terciário, de forma considerada tabular, que hoje se constitui num relevo residual de topo aplanado e limitado por escarpas erosivas, conhecido como Chapada, cujas principais denominações locais são Serra de Caiapó, Morro Vermelho e Serra Vermelha. O referido mapa exibe o topo e as bordas dessa superfície contornando a zona rebaixada que a

sucede, desenhando uma espécie de semi-arco, que limita os grandes anfiteatros que abrigam numerosas nascentes.

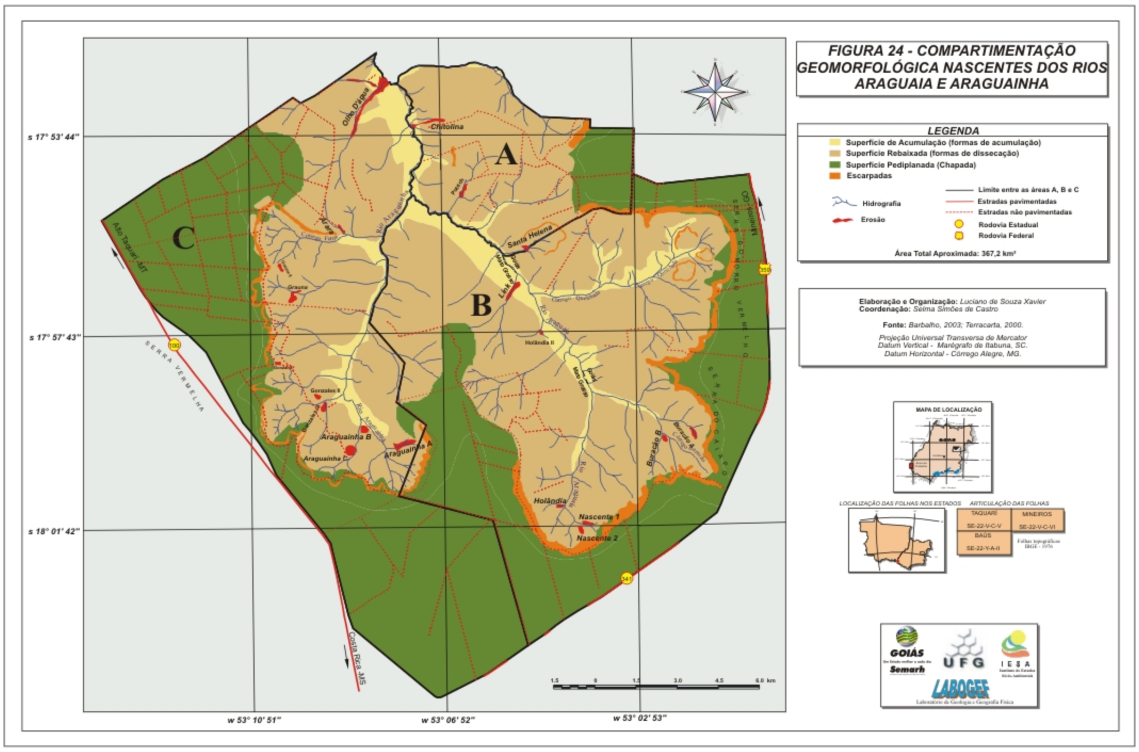


FIGURA 24 - COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Superfície de Acumulação (formas de acumulação)
Superfície Rebaixada (formas de dissecação)
Superfície Pediplanada (Chapada)
Escarpadas
Limite entre as áreas A, B e C
Hidrografia
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Erosão
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
MINEIROS
SE-22-V-C-V
SE-22-V-C-VI
BAÚS
SE-22-Y-A-II
A
B
C
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
Chitolina
Santa Helena
Holândia
Nascente 1
Nascente 2
Araguainha B
Araguainha C
Araguainha A
SERRA VERMELHA
GOIÁS
UFG
IESA
LABOGEF
Laboratório de Geologia e Geografia Física

A zona rebaixada corresponde a uma zona de dissecação, que contorna a superfície superior e se estende para o norte configurando interflúvios cada vez mais alongados que correspondem às formas de dissecação promovidas pelos entalhamentos dos rios Araguaia e Araguainha e seus tributários, constituindo um compartimento de relevo suavizado. Dominam as formas convexas, às vezes com topos tabuliformes e algumas formas tabulares residuais mais nítidas, na forma de morros testemunhos da dissecação da primeira, situados, sobretudo, próximo à zona das escarpas. As formas convexas compõem um relevo de colinas amplas e médias que apresentam baixos desníveis altimétricos e baixos declives, como se verá nos mapas de hipsometria e clinografia. Margeando os rios Araguaia e Araguainha, no interior da zona rebaixada, ocorrem ainda as formas de acumulação holocênicas correspondentes às planícies fluviais desses rios.

Entre a Chapada e a zona rebaixada desenvolvem-se escarpas com declínios mais acentuados e formas dissecadas pelas numerosas nascentes e pelo escoamento superficial.

A Tabela 10 abaixo mostra a distribuição dos compartimentos suas áreas (km²) e percentagens em relação à área total, bem como os focos erosivos.

*Tabela 10 – Compartimentos Geomorfológicos em km²*

| Compartimentos | km² | % | Focos Erosivos | % (focos) | Num. Focos/km² |
|---|---|---|---|---|---|
| Formas de acumulação | 23,11 | 6,29 | 2 | 10 | 0,433 |
| Formas de dissecação | 184,49 | 50,24 | 18 | 90 | 0,488 |
| Superfície Pediplanada | 159,65 | 43,47 | - | - | |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100,00** | **20** | **100** | |

Os focos erosivos encontram-se no compartimento correspondente à zona rebaixada, sendo uma das evidências o processo de dissecação natural a que a área está sujeita, embora acelerado no tempo, uma vez que até meados dos anos 70 do século passado, quando reinavam as mesmas características climáticas gerais de hoje, praticamente não havia focos erosivos, principalmente de voçorocamento.

### 5.2 Hipsometria

Com os dados altimétricos da carta topográfica na escala 1:60.000 já citada, foi gerada, em modo digital, uma grade retangular que é uma representação matricial, onde cada elemento da matriz está associado a um valor numérico. Posteriormente,

foi realizado o fatiamento da grade retangular onde foram estabelecidos os intervalos das classes hipsométricas de 50 em 50 metros onde: A = 675 –725m; B = 725-775m; D1 =775-825m; C = 825-875m; D = > 875m, como mostra na Figura 25.

Esses intervalos de classes de altitude selecionados são os que melhor representam a área e melhor ilustram a conformação topográfica com mais detalhes, aqui entendida como unidades topográficas correspondentes, além dos dois grandes compartimentos geomorfológicos, também suas transições e seu interior. Cinco unidades com formas de relevos bem distintas foram ressaltadas em ordem crescente de altitude:

1) **unidade inferior (fundo de vales) –** com amplitude de 675 a 725 metros de altitude, a mais rebaixada de todas, que representa os fundos de vale dos Rios Araguaia e Araguainha e parte de seus afluentes; relaciona-se principalmente com os Sedimentos Inconsolidados Quaternários mostrados no mapa geológico e com as planícies;

2) **unidade intermediária** com amplitude de 725 a 775 metros de altitude, que acompanha e margeia predominantemente o rio Araguaia e as baixas bacias de seus tributários; representa as áreas de topos convexos e relaciona-se com os arenitos da Formação Botucatu da chamada zona rebaixada;

3) **unidade das colinas** com amplitude de 775 a 825 metros de altitude que corresponde aos interflúvios das superfícies de topo tabuliforme;

4) **unidade da borda de chapada** com cotas entre 825 e 875 metros de altitude que se constitui no relevo de transição, situado junto às bordas da chapada na forma de escarpas, onde podem ser relacionadas rochas da Formação Serra Geral (basalto) e arenitos intercalados da Formação Botucatu;

5) **unidade de topo de chapada**, com cotas acima de 875 metros, que corresponde à superfície de cimeira tabuliforme, conhecida como Serra Caiapó e Serra Vermelha; relacionada com as Coberturas Detrito-Lateríticas Terciárias-Quaternárias.

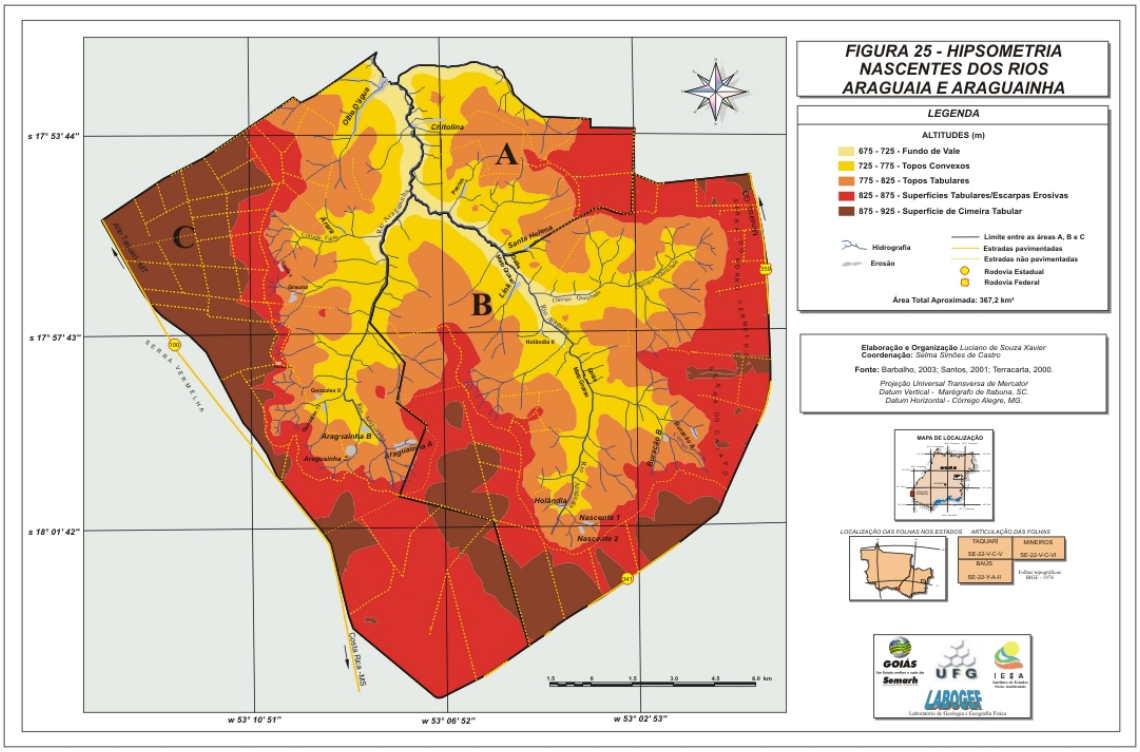


FIGURA 25 - HIPSOMETRIA NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
ALTITUDES (m)
675 - 725 - Fundo de Vale
725 - 775 - Topos Convexos
775 - 825 - Topos Tabulares
825 - 875 - Superfícies Tabulares/Escarpas Erosivas
875 - 925 - Superfície de Cimeira Tabular
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Barbalho, 2003; Santos, 2001; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
SE-22-V-C-V
MINEIROS
SE-22-V-C-VI
BAUS
SE-22-Y-A-II
Folhas topográficas SEGS - 1976
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF
Laboratório de Geologia e Geografia Física
A
B
C
Olho D'água
Crittolina
Santa Helena
Holândia B
Holândia
Nascente 1
Nascente 2
Araguainha B
Araguainha A
Araguainha
Gonzales II
Grauna
Burasão B
Costa Rica - MS
SERRA VERMELHA
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
1,5 0 1,5 3,0 4,5 6,0 km

A Tabela 11 abaixo mostra a participação cada classe de altitude no total da área, bem como dos focos erosivos. Nela se pode constatar o domínio das classes de 775 a 825 e de 825 a 875 metros que, juntas, somam quase 60% do total da área.

*Tabela 11 – Distribuição das Áreas de Altitudes e Focos Erosivos*

| Altitudes (m) | km² | % | Focos Erosivos | % (focos) | Num. Focos/km² |
|---|---|---|---|---|---|
| 675 a 725 | 14,90 | 4,06 | - | - | |
| 725 a 775 | 71,60 | 19,50 | 8 | 40 | 0,559 |
| 775 a 825 | 103,12 | 28,08 | 10 | 50 | 0,485 |
| 825 a 875 | 113,44 | 30,89 | 2 | 10 | 0,088 |
| 875 a 925 | 64,20 | 17,48 | - | - | |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100,00** | **20** | **100** | |

Quanto aos focos erosivos pode-se perceber que eles se concentram largamente (85%) na classe entre 725 e 775m, seguida da classe de 775 a 825m de altitude que correspondem às formas colinosas da zona rebaixada onde dominam os arenitos Botucatu e os solos arenosos finos a muito finos a eles relacionados, os Neossolos Quartzarênicos como se verá adiante. Somando-se a estasa área mais baixa, o número de focos alcança sua totalidade. Assim, trata-se de um problema bem geomorfologicamente bem definido no espaço.

As fotos 1 e 2 ilustram esses compartimentos.

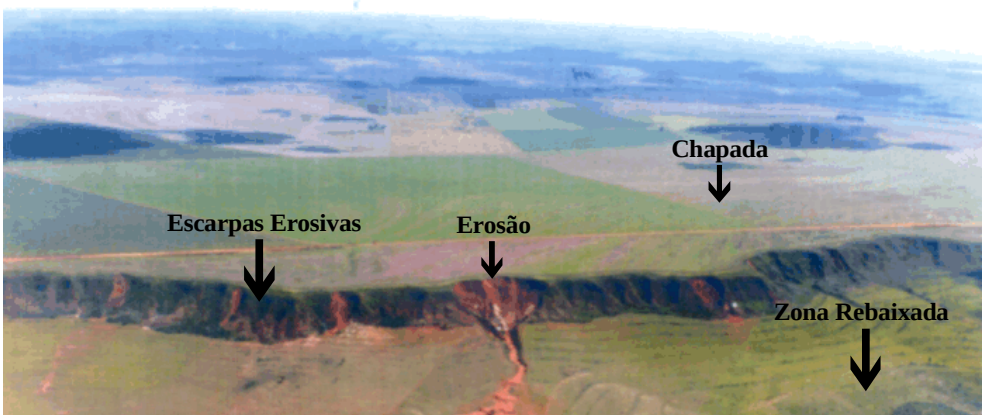



**Foto 1 - Visão geral da área mostrando as três zonas. Nota-se na região central da foto uma erosão na escarpa que se prolonga para a zona rebaixada.**

Fonte: CELG/METAGO, 1998

**Foto 2 - Escarpas erosivas que marcam a transição entre a Chapada e a Zona Rebaixada.**
Fonte: Acervo do LABOGEF (Julho, 2001)

### 5.3 Clinografia

Metodologia

O Mapa Clinográfico (Figura 26), como o da Hipsometria (Figura 25), também foi elaborado por tratamento digital da base topográfica na escala 1:60.000 com base nos princípios de De Biasi (1996), mas com auxílio de técnicas de geoprocessamento. Com os dados de altimetria (curvas de nível e pontos cotados) foi gerada uma grade triangular ou TIN que é uma estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo nó-arco e representa a superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Posteriormente, foi realizado o fatiamento da grade cujas fatias constituem as classes de declividades, as quais foram definidas nos seguintes intervalos: 0-3%; 3-6%; 6-12%; 12-20%; 20-45%; >45%, as quais representam melhor o conjunto da área.

Resultados e Discussões

No mapa pode-se constatar a predominância das áreas com declividades que variam de 0 a 3% e que dominam nos fundos de vale do Rio Araguaia e seus tributários, bem como na superfície tabular de cimeira – o topo da Chapada. As áreas com declividades mais acentuadas (acima de 20%) restringem-se às escarpas erosivas e algumas áreas de captação natural das nascentes, principalmente aquelas em formas de anfiteatro ou grande embaciado.

As declividades intermediárias, que variam entre 3 e 12%, distribuem-se ao longo de quase toda a zona rebaixada, coincidindo com os relevos de formas convexas, cujos interflúvios são alongados e suavizados.

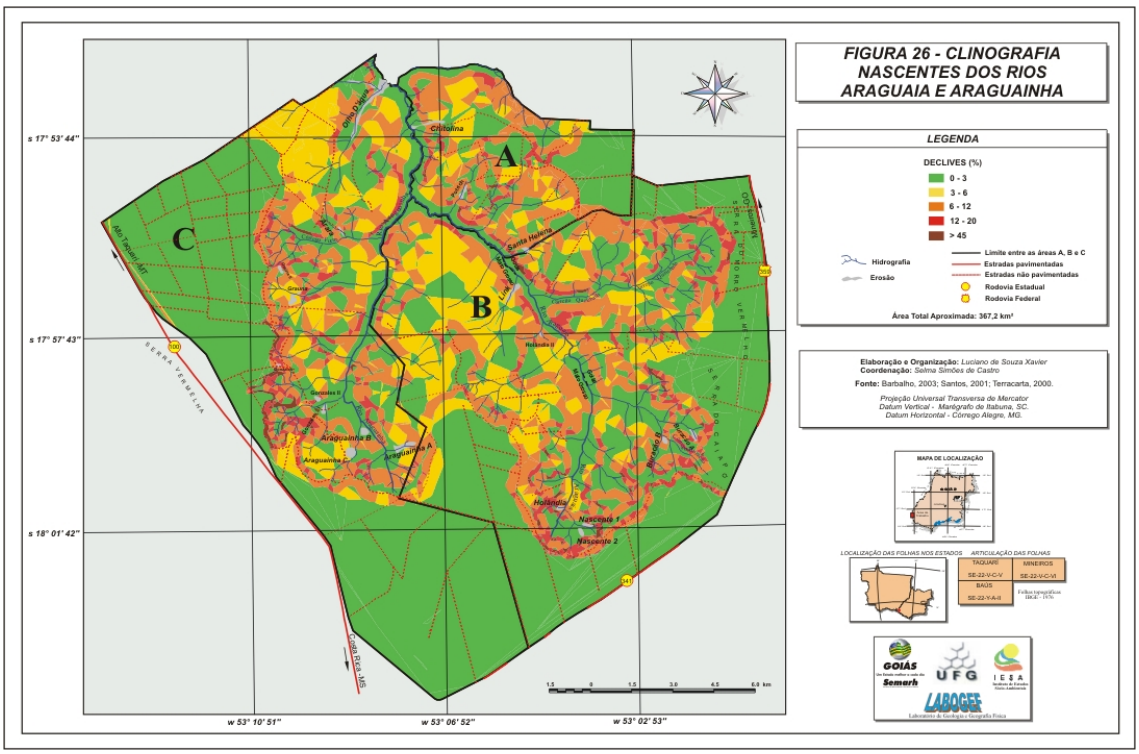


FIGURA 26 - CLINOGRAFIA
NASCENTES DOS RIOS
ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
DECLIVES (%)
0 - 3
3 - 6
6 - 12
12 - 20
> 45
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Barbalho, 2003; Santos, 2001; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itaituna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
MINEIROS
SE-22-V-C-V
SE-22-V-C-VI
BAUS
SE-22-Y-A-II
A
B
C
Chitolina
Santa Helena
Araguaiana B
Araguaiana C
Araguaiana A
Holanda
Nascente 1
Nascente 2
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
SERRA VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF
Laboratório de Geologia e Geografia Física

A Tabela 12 a seguir mostra essa distribuição e sua participação na área e os focos erosivos, onde se percebe o predomínio de declividades que variam entre 0 e 3% e secundariamente de 6 a 12%. Quanto aos focos erosivos eles situam-se, em maioria notável, na classe de 6 a 12% de declividade que se situa, preferencialmente, próxima às nascentes.

*Tabela 12 – Cálculo das Áreas de Declividades*

| Declividades | km² | % (área) | Focos Erosivos | % (focos) | Num. Focos/km² |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 a 3 | 189,62 | 51,63 | 1 | 5 | 0,026 |
| 3 a 6 | 66,10 | 18,00 | 3 | 15 | 0,227 |
| 6 a 12 | 77,68 | 21,15 | 16 | 80 | 1,030 |
| 12 a 20 | 30,85 | 8,40 | - | - | |
| 20 a 45 | 2,90 | 0,79 | - | - | |
| > 45 | 0,11 | 0,03 | - | - | |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100,00** | **20** | **100** | |

Pode-se perceber que os conjuntos de declives correlacionam-se basicamente às hipsometrias apresentadas, as quais, em conjunto, permitem confirmar e detalhar a compartimentação geomorfológica já apresentada e discutida.

Quanto à erosão linear, em geral as declividades fracas não favorecem esses processos, entretanto, pode-se constatar no mapa apresentado (Figura 26) e na Tabela 12 que os focos erosivos situam-se justamente nas áreas com esses declives, na escala adotada.Assim, certamente não seria a declividade que responderia sozinha pela instalação desses processos, mas também outros fatores.

### 5.4 Morfologia

Metodologia

O esboço morfológico foi obtido a partir da interpretação de fotografias aéreas (USAF,1966) já citadas, na escala 1:60. 000. Os critérios utilizados na fotointerpretação seguiram a proposta de SOARES & FIORI (1976) que se baseiam na identificação dos elementos do relevo a partir, sobretudo, da cor, tonalidade, tamanho, forma, padrão e sombreamento. Foram reconhecidas as diversas rupturas de declive, relacionadas às formas côncavas e convexas, visíveis na escala adotada e, a partir delas, foram delimitadas as cabeceiras de drenagem, dos relevos convexizados e concavizados, das escarpas, dos topos planos e dos fundos de vale concavizados,

como apresentados na legenda. Os *overlays* foram articulados e lançados sobre a base topográfica para verificação e, posteriormente, finalizou-se o mapa com auxílio de técnicas de geoprocessamento, eliminando-se as curvas de nível para um melhor acabamento. A nomenclatura foi criada para a área, com base nas formas conhecidas e usuais em Geomorfologia.

Resultados e Discussões

Observando-se o Mapa Morfológico (Figura 27) pode-se reconhecer a ocorrência dos seguintes conjuntos formas:

1) **relevos planos -** com 33,43% da área, sendo predominante e relacionado diretamente com a Chapada, contornando praticamente toda a área e também presentes nas formas tabulares residuais à montante do córrego Queixada, que são poucas;

2) **escarpas erosivas -** com 3,08% da área, mais conhecidas como transição da chapada e que marcam os limites destas com as formas de dissecação da zona rebaixada; são as escarpas das Serras do Caiapó, Vermelho e do Morro Vermelho;

3) **relevos convexizados** – dominam toda a zona rebaixada, que totalizam 26,96% do total da área, constituindo os interflúvios alongados na forma de colinas amplas com vertentes longas, e correspondem às áreas dispersoras dos fluxos hídricos;

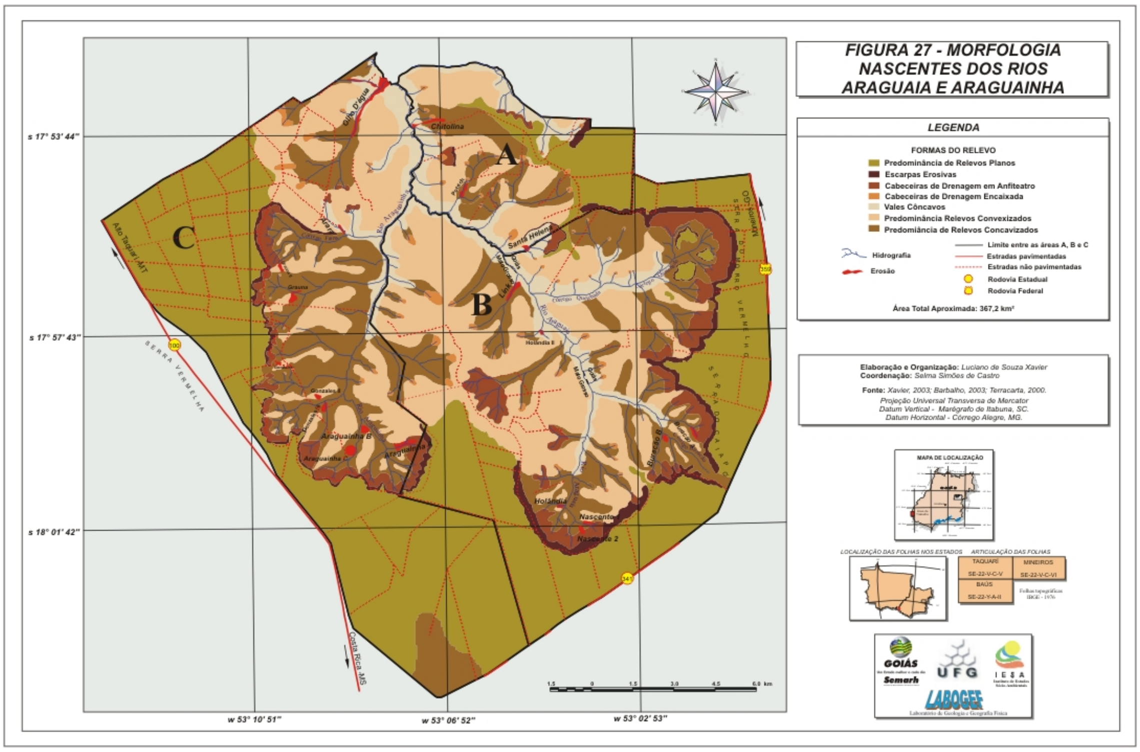


FIGURA 27 - MORFOLOGIA
NASCENTES DOS RIOS
ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
FORMAS DO RELEVO
Predominância de Relevos Planos
Escarpas Erosivas
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro
Cabeceiras de Drenagem Encaixada
Vales Côncavos
Predominância Relevos Convexizados
Predomiância de Relevos Concavizados
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Xavier, 2003; Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
A
B
C
s 17° 53' 44''
s 17° 57' 43''
s 18° 01' 42''
w 53° 10' 51''
w 53° 06' 52''
w 53° 02' 53''
Chitolina
Santa Helena
Holanda
Nascente 2
SERRA VERMELHA
LABOGEF

4) **relevos concavizados** - representam 22,3% da área e situam-se no entorno dos vales côncavos e correspondem aos embaciados amplos que recebem e concentram esses fluxos hídricos;

5) **vales côncavos** conectados a esses relevos concavizados, com 8,08% da área, predominantes nos limites inferiores das vertentes, iniciando-se a partir de rupturas de declives côncavas que formam os vales e se estendem ao longo dos rios Araguaia, Araguainha e do córrego Queixada;

6) **áreas de cabeceiras de drenagem** que aparecem com duas formas, sendo 5,11% delas em anfiteatros e o restante, em cabeceiras de drenagens encaixadas, ou seja, que se apresentam entre os limites dos relevos convexos e côncavos, com 1,04%.

A Tabela 13 a seguir apresenta a participação de cada unidade na área e acrescenta o número de focos erosivos em cada uma.

**Tabela 13 – Morfologia em km²**

| Compartimentos | km² | % | Focos Erosivos | % (focos) | Num. Focos/km² |
|---|---|---|---|---|---|
| Predominância de relevos planos | 114,10 | 31,07 | - | - | |
| Escarpas erosivas | 10,51 | 2,86 | 2 | 10 | 0,951 |
| Cabeceiras de drenagem em anfiteatros | 17,44 | 4,75 | - | - | |
| Cabeceiras de drenagem encaixadas | 3,55 | 0,97 | - | - | |
| Vales côncavos | 27,58 | 7,51 | 3 | 15 | 0,544 |
| Predominância de relevos convexizados | 91,99 | 25,05 | 2 | 10 | 0,109 |
| Predominância de relevos concavizados | 102,09 | 27,80 | 13 | 65 | 0,637 |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100,00** | **20** | **100** | |

Pode-se constatar pelo mapa (Figura 27) e pela Tabela 13 que as formas de relevos planos juntamente com as convexas somam mais de 63% da área. Esses relevos não são considerados favoráveis à instalação de processos erosivos lineares, o que se confirma ao se correlacionar as áreas dessas formas com a distribuição dos focos erosivos. Por outro lado, corroboram o fato conhecido de os focos erosivos, na sua quase totalidade, se encontram nas áreas de relevos concavizados e nos vales côncavos, em estreita relação com os canais fluviais, sendo que apenas um deles (Araguainha A) ocorre em área convexizada, nessa escala. Essas constatações

confirmam a literatura sobre o assunto, onde se ressalta o papel das concavidades do relevo como favoráveis à convergência de fluxos hídricos, sejam superficiais, sejam subsuperficiais (IPT,1986, SALOMÃO,1999, dentre outros) sendo área de estrita observância em termos de manejo, principalmente porque muitas delas se constituem em áreas de preservação permanente.

Os compartimentos topográficos, comprimentos de rampas (vertentes) identificados e mapeados por Santos (2001) para todo o setor sul da alta bacia do Araguaia, no que se refere à área das nascentes, compreende vertentes longas, ou seja, as extensões são elevadas das vertentes, freqüentemente superiores a 1000m. É a elas que se associa o número também elevado de ocorrências erosivas lineares.

**Tabela 14 – Comprimento de Rampa no Setor Sul da Alta Bacia do rio Araguaia – área das nascentes**

| Compartimentos (m) | Compartimentos (%) | | |
|---|---|---|---|
| | b | c | d |
| 700 a 1900 | 45.16% | 50.94% | 55.55% |
| 1900 a 3100 | 44.35% | 41.51% | 40.74% |
| 3100 | 10.49% | 7.55% | 3.71% |

fonte: Santos, 2001

Comprimentos longos de rampas podem induz aumento de energia cinética do escoamento das águas pluviais acumuladas nos terrenos (não infiltradas) sobretudo do superficial, de maior poder erosivo alimentando enxurradas (IPT,1987; Salomão,1999; Santos,2001 dentre outros).

## 6. SOLOS

### 6.1 Distribuição das Classes de Solos

Metodologia

O Mapa de Solos (Figura 28) aqui apresentado foi elaborado na escala 1:60. 000 por fotointerpretação com base nas fotos aéreas (USAF, 1965-1966) já citadas, sendo os *overlays* articulados de modo a compor o mapa, o qual foi posteriormente convalidado em campo, em nível de reconhecimento em escala de semidetalhe; a nomenclatura adotada foi a da EMBRAPA (1999) até o 2º e mais raramente o 3º. Nível categórico; tomou-se também por referência o mapa de solos contido na minuta do mapa de solos da Folha SE-22 de Goiânia (RADAMBRASIL,1983), fazendo-se a equivalência com a referida classificação atual (Barbalho,2002). Nessa fase não foi

feita descrição morfológica completa de perfis de solos dentro da área e nem coletas de amostras para análises, mas procedeu-se ao reconhecimento expedito de perfis em campo e tomou-se como referência perfis similares descritos, amostrados e analisados em área próxima mais ao norte (Castro et al, 2002; Marinho, 2003), além daqueles descritos e analisados por Boulet (2001).

Resultados e Discussões

O mapa de solos (Figura 28) apresenta a distribuição das classes identificadas e permite constatar que na área ocorrem as seguintes classes: Latossolo Vermelho Distrofenico (antigo Latossolo Vermelho Escuro, nomeclatura aqui preferida), Latossolo Vermelho Amarelo, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Quartzarênico hidromórfico, Neossolo Litólico + Cambissolo e Gleissolo, como resumidamente são descritos a seguir:

1) **Latossolos Vermelho-Escuro (LV) -** apresentam cores vermelhas no matiz 2,5 YR ou mais vermelho, textura argilosa, estrutura granular pequena forte no horizonte Bw. São ácidos, com baixa saturação em bases, isto é, são distróficos a álicos; variam de fortemente drenados a bem drenados, na dependência da estrutura e porosidade. Normalmente são profundos, com seqüência de horizontes Ap, AB, Bw1, Bw2 e C, este dificilmente alcançado, com pouca diferenciação, podem ocorrer subhorizontes nos horizontes Bw e nódulos ferruginosos pequenos; são friáveis a muito friáveis. Relacionam-se, na área, às Coberturas Detrítico-Lateríticas e ocorrem no topo da Chapada. São dominantes na área (44,95% do total) e passam lateralmente ao Latossolo Vermelho Amarelo, de modo mais gradual nos prolongamentos rebaixados da Chapada ou ao Cambissolo e Neossolos Litólicos de modo mais rápido, próximo às bordas desta.

2) **Latossolos Vermelho-Amarelo(LVA) -** diferenciam-se dos anteriores por apresentarem cor mais clara, normalmente bruna de matiz 7.5YR ou 10YR, textura argilo-arenosa a arenosa, estrutura subangular fraca que desfaz em granular pequena, por serem menos profundos e por apresentarem mais comumente nódulos e concreções ferruginosas em maior quantidade; na área podem apresentar um horizonte A empobrecido de argila e níveis concrecionários em profundidade; passam lateralmente aos Neossolos Quartzarênicos. Apresentam horizontes Ap, AB, Bw1, Bw2 e C e ocupam 15,59% da área, situando-se nos prolongamentos ligeiramente rebaixados e suavizados da Chapada.

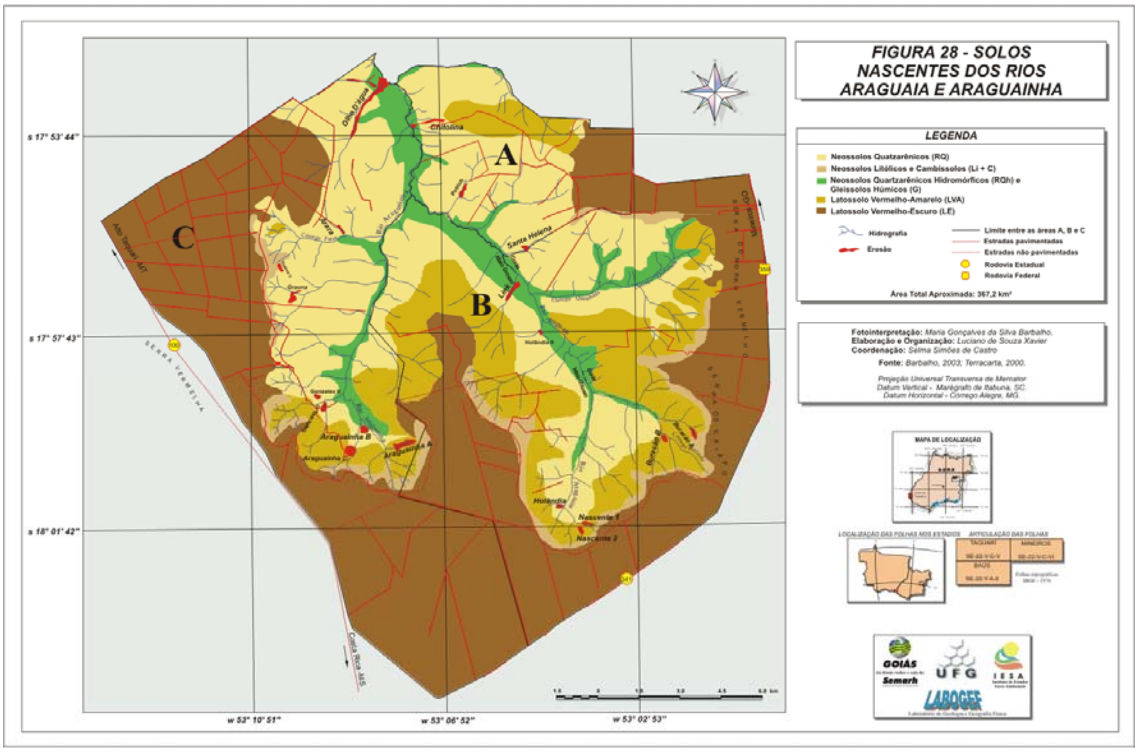


FIGURA 28 - SOLOS
NASCENTES DOS RIOS
ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Neossolos Quatzarênicos (RQ)
Neossolos Litólicos e Cambissolos (Li + C)
Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (RQh) e Gleissolos Húmicos (G)
Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)
Latossolo Vermelho-Escuro (LE)
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Fotointerpretação: Maria Gonçalves da Silva Barbalho.
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
A
B
C
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
Chitolina
Santa Helena
Araguainha B
Araguainha A
Holândia
Nascente 1
Nascente 2
SERRA VERMELHA
LABOGEF
UFG
IESA

O Latossolo Vermelho Escuro e o Latossolo Vermelho Amarelo, juntos, somam mais de 60% da área e dominam na Chapada. São solos, no geral, com bom potencial para uso agrícola intensivo. Porém, necessitam correção, adubação e práticas conservacionistas de modo a impedir a compactação, a erosão, a perda de fertilidade e de matéria orgânica e, subseqüentemente de sua estabilidade estrutural. Não apresentam restrições para edificações em geral e estradas, embora o controle do escoamento das águas pluviais e o traçado das estradas devam ser observados, além de implementadas medidas preventivas de disciplinamento.

3) **Neossolos Quartzarênicos** (RQ) – são solos não hidromórficos, sem contato lítico dentro dos primeiros 50 cm de profundidade; na área apresentam cores bruno amareladas, de matiz 7,5YR ou 10YR, mais rosadas em profundidade próximo à rocha e têm baixíssimos teores de ferro. A textura é arenosa fina a muito fina e as frações areia fina e areia grossa contêm cerca de 95% ou mais de quartzo, com virtual ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis; possuem seqüência de horizontes A, AC, C1 e C2, de fraca diferenciação; são maciços e apresentam alta permeabilidade, favorecendo a infiltração das águas pluviais quando sob vegetação natural ou quando bem manejados. Na área costumam ser ácidos, de baixa fertilidade e álicos. Apresentam limitações severas para as atividades agrícolas intensivas, sobretudo de ciclo curto, devido à sua textura arenosa fina a muito fina e a sua baixa fertilidade, sendo mais recomendados para pastagens, desde que muito bem manejadas e acompanhadas também de bom manejo do gado; não devem ficar desprotegidos por falta de cobertura. Ocorrem predominantemente na zona rebaixada dos topos dos interflúvios aos fundos de vale quando podem transicionar gradualmente para os Neossolos Quartzarêmicos hidromórficos e mais comumente, de modo rápido, para os gleissolos. Ocupam 29,63% da área e dominam na zona rebaixada;

4) **Neossolos Litólicos** (Li) **+ os Cambissolos** (C) – ambos não hidromórficos e apresentam cores variadas, costumam ser distróficos e apresentarem profundidades relativamente pequenas. Os primeiros apresentam seqüência de horizontes A, C e os segundos também um horizonte B incipiente (Bi). Esses solos aparecem em 3,52% da área e estão relacionados às declividades mais altas, geralmente superiores a 20%, associadas à zona escarpada erosiva e aos arenitos e basaltos. Por sua posição, não são recomendáveis para a prática agrícola, devendo ser preservados juntamente com a vegetação natural.

5) **Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos** (RQg) – diferenciam-se dos Neossolos Quartzarênicos por ocorrerem próximos aos fundos de vale dos Rios Araguaia e Araguainha e seus maiores afluentes, por serem menos profundos, pelas cores manchadas no horizonte C, podendo apresentar nódulos ferruginosos de limites difusos plinticos, associados à oscilação do nível freático sazonal. Relacionam-se, na área, com a Formação Botucatu e sedimentos das planícies fluviais. Em grande parte situam-se em área de Preservação Permanente ou em seus limites, na zona rebaixada;

6) **Gleissolos** (G) – compreendem solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 50cm da superfície do solo, ou a profundidade entre 50 e 125cm desde que imediatamente abaixo do horizonte A e/ou E, podendo apresentar horizonte A húmico (melâmicos) ou turfoso (hísticos). Os solos desta classe são permanente ou periodicamente saturados por água, que permanece estagnada internamente ou drena lentamente por fluxo lateral no solo.

Em função da escala do mapa, os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos foram indicados juntamente com os Gleissolos, totalizando 6,31% da área. Do mesmo modo os Neossolos Litólicos e os Cambissolos. Todos eles situam-se em áreas de preservação permanente e por isso devem ser protegidos. Os focos erosivos situam-se predominantemente nos Neossolos Quartzarênicos, confirmando comentários anteriores. A Tabela 15 a seguir resume o exposto e as fotos 3,4 e 5 ilustram os três principais tipos de solos.

**Tabela 15 – Solos**

| Tipos de solos | km² | % | Focos Erosivos | % (focos) | Num. Focos/km² |
|---|---|---|---|---|---|
| Latossolo Vermelho Escuro | 165,09 | 44,95 | - | - | - |
| Latossolo Vermelho Amarelo | 57,24 | 15,59 | 4 | 20 | 0,349 |
| Neossolos Quartzarênicos | 108,80 | 29,62 | 15 | 75 | 0,689 |
| Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos | 23,18 | 6,31 | 1 | 5 | 0,216 |
| Neossolos Litólicos = Cambossilos | 12,94 | 3,52 | - | - | - |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100,00** | **20** | **100** | |

**Foto 3 - Latossolo Vermelho - Amarelo**

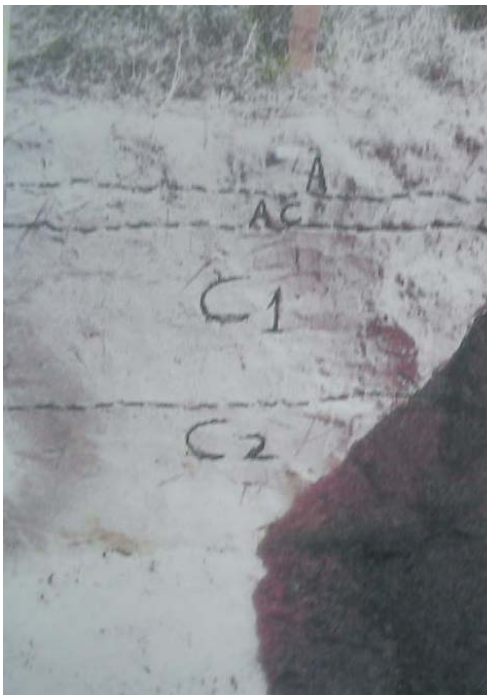



**Foto 4 - Neossolo Quartzarênico**

**Foto 5 – Gleissolos** Fonte: do LABOGEF (Julho, 2001)

### 6.2 Classificação das Terras Baseada no Sistema de Capacidade de Uso

Metodologia

Seguiu-se a proposta metodológica de Lepsch et al (1991), que estabelecem categorias de capacidade de uso das terras de acordo com os grupos A-B-C, estabelecidos com base nos tipos de intensidade de uso que se pretende. As classes de capacidade de uso (I a VIII), são baseadas no grau de limitação do uso e as subclasses são definidas a partir da natureza da limitação do uso que é designada por letras minúsculas **e**, **s**, **a, e, c** (correspondem, respectivamente, à erosão, solo, água e clima), e as unidades de capacidade de uso que tornam a natureza da limitação mais explícita. Assim, coloca-se um algarismo arábico à direita do símbolo da subclasse, separado por um hífen (exemplo.: IIIs – 1 – Classe III com problema de limitações de uso por profundidade). Segue a descrição de cada classe.

1. **Grupo A – Terras aptas a cultivos intensivos anuais, culturas perenes, pastagens e reflorestamentos, compreende as seguintes classes:**

**Classe I** - correspondem às terras cultiváveis sem problemas de erosão.

**Classe II** - são as terras cultiváveis com problemas simples de erosão (ravinas e sulcos).

**Classe III** - são as terras cultiváveis apenas ocasionalmente com sérios problemas de erosão (pastagens).

**Classe IV** - são as terras cultiváveis apenas ocasionalmente.

2. **Grupo B** – **Terras impróprias para cultivos, mas aptas para pastagens, compreendem as seguintes classes:**

**Classe V** - pastagens e alguns casos de reflorestamentos. Sem problemas de erosão.

**Classe VI** - pastagens e reflorestamentos. Problemas simples de conservação.

**Classe VII** - pastagens e reflorestamentos. Problemas complexos de conservação.

3. O **Grupo C** – **Terras indicadas somente para a preservação**, compreende a classe:

**Classe VIII** - corresponde às áreas de proteção ambiental.

A Figura 29 a seguir apresenta o esquema dos grupos, classes, subclasses e unidades de capacidade de uso.

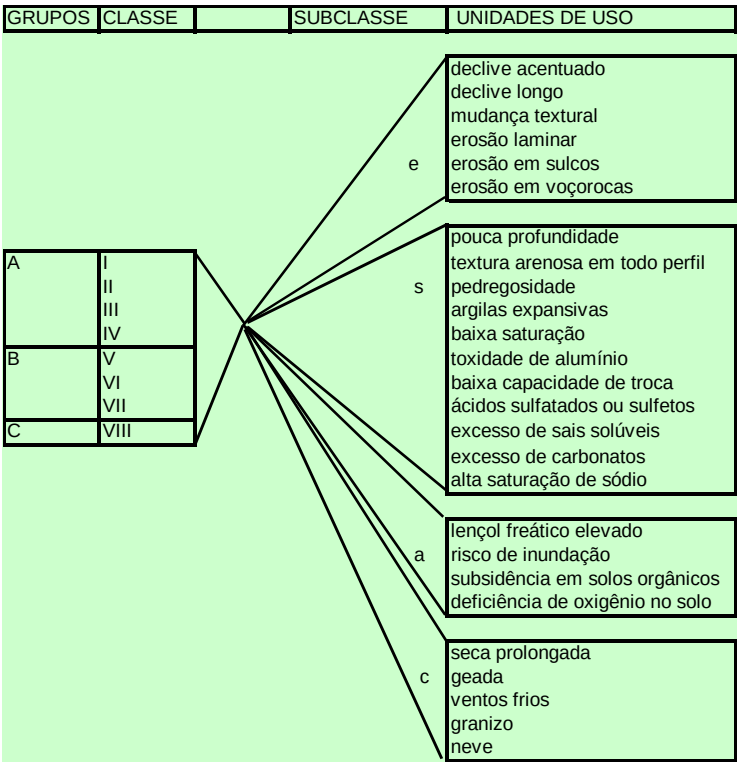



**Figura 29 - Esquema dos grupos, classes, subclasses e unidades de capacidade de uso (adaptado de Peralta, 1963) in Lepsch et al, (1991).**

Na elaboração da carta de capacidade de uso das terras, utiliza-se a declividade como um dos principais condicionadores da capacidade de uso. As classes de declividades utilizadas foram as mesmas do mapa de declividade (Figura 26)

Após a delimitação das diferentes áreas em função das características (solo, declividade, erosão e uso do solo), foi realizado o enquadramento das referidas áreas em classes de capacidade de uso através de um quadro, organizado com os fatores que condicionam a capacidade de uso.

Resultados e Discussões

Observando-se o Mapa de Capacidade de Uso das Terras (Figura 30), percebe-se que ocorrem terras com capacidade uso nas três classes, porém domina na área a capacidade classificada como grupo A, com 55,73%. Entretanto, deve-se considerar que desse total apenas 38,99% compreendem áreas cultiváveis sem problemas de erosão e que se relacionam ao topo da Chapada; o restante integra áreas das bordas da chapada e embaciados que contornam em faixa o limite com as

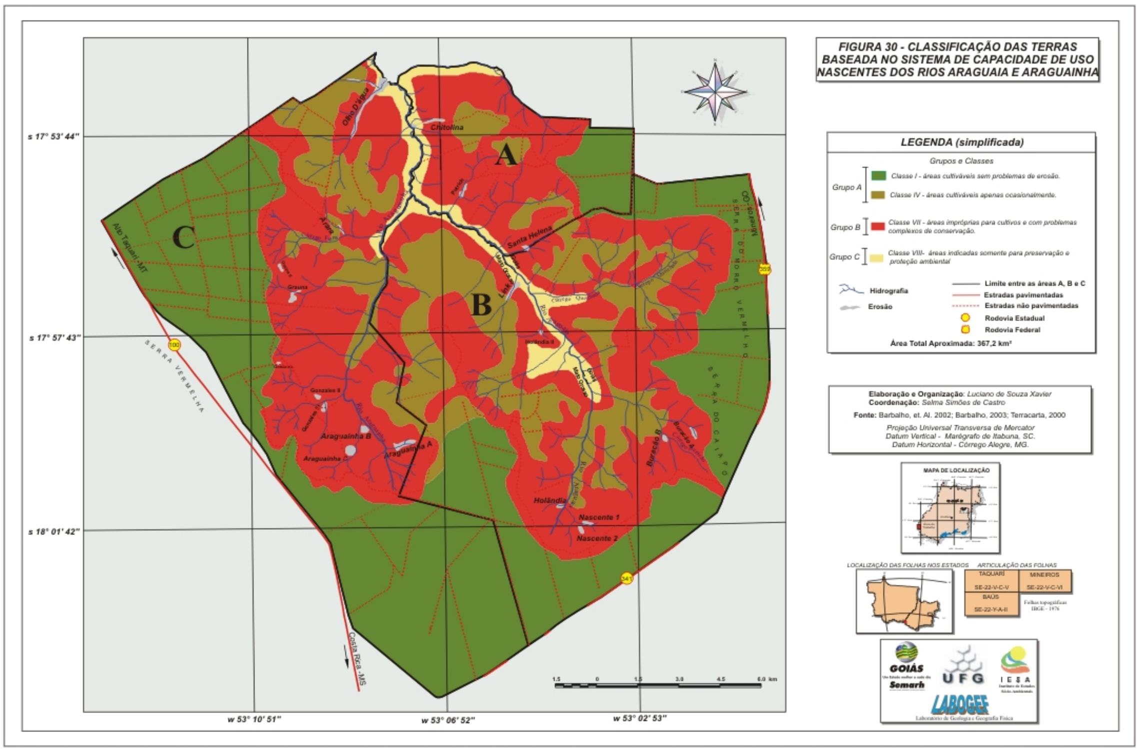


FIGURA 30 - CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS BASEADA NO SISTEMA DE CAPACIDADE DE USO NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA (simplificada)
Grupos e Classes
Grupo A
Classe I - áreas cultiváveis sem problemas de erosão.
Classe IV - áreas cultiváveis apenas ocasionalmente.
Grupo B
Classe VII - áreas impróprias para cultivos e com problemas complexos de conservação.
Grupo C
Classe VIII- áreas indicadas somente para preservação e proteção ambiental
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Barbalho, et. Al. 2002; Barbalho, 2003; Terracarta, 2000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI SE-22-V-C-V
MINEIROS SE-22-V-C-VI
BAÚS SE-22-Y-A-II
Folhas topográficas IBGE - 1976
A
B
C
Cristolina
Santa Helena
Araguainha B
Araguainha A
Holândia
Nascente 1
Nascente 2
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
LABOGEF
Laboratório de Geologia e Geografia Física

escarpas erosivas, onde é obrigatório o respeito às faixas de recuo das bordas, destinadas à preservação permanente, como determina a legislação ambiental em vigor.

No grupo B, com cerca de 40,52% da área, domina a classe VII, ou seja, com sérias limitações ao uso intensivo, sobretudo para cultivos de ciclo curto, principalmente no que se refere aos solos arenosos finos com altas suscetibilidades à erosão, exceto para pastagens, desde que muito bem manejadas. Corresponde às áreas colinosas, em geral amplas da zona rebaixada. É importante destacar que é justamente nessa classe que se encontram todos os focos erosivos na área.

No grupo C, com 3,74% da área, domina a classe VIII que se destina exclusivamente à preservação e proteção ambiental e corresponde principalmente às escarpas erosivas.

Em síntese, menos de 40% da área, na escala de estudo adotada, pode ser intensivamente cultivada e situa-se nos topos da chapada, naturalmente descontando-se a faixa de recuo obrigatório. No mais, exceto se forem pastagens bem manejadas nas áreas do grupo B, a área apresenta características indicadas para a proteção ambiental. Portanto, usos e manejos inadequados em conflito declarado com suas capacidades, certamente contribuem para explicar os impactos erosivos existentes e suas conseqüências, que acabam por atingir área à jusante e de preservação ambiental obrigatória.

## 6.3 Aptidão Agrícola das Terras

### Metodologia

O Mapa de Aptidão Agrícola das Terras (Figura 31) tem também por finalidade avaliar as possibilidades de seu uso, mas dirigido à agricultura e com base tecnologia de cultivo empregada. Classifica-se as terras quanto aos condicionantes do meio físico e indica-se os níveis de manejo aceitáveis para cada tipo de aptidão. Os procedimentos para sua elaboração foram os propostos por Ramalho Filho & Beek (1995) que se baseiam em 3 níveis de manejo (tecnologia empregada no cultivo), a saber: o nível primitivo (A), intermediário (B) e alto ou desenvolvido (C), como mostra Figura 32.

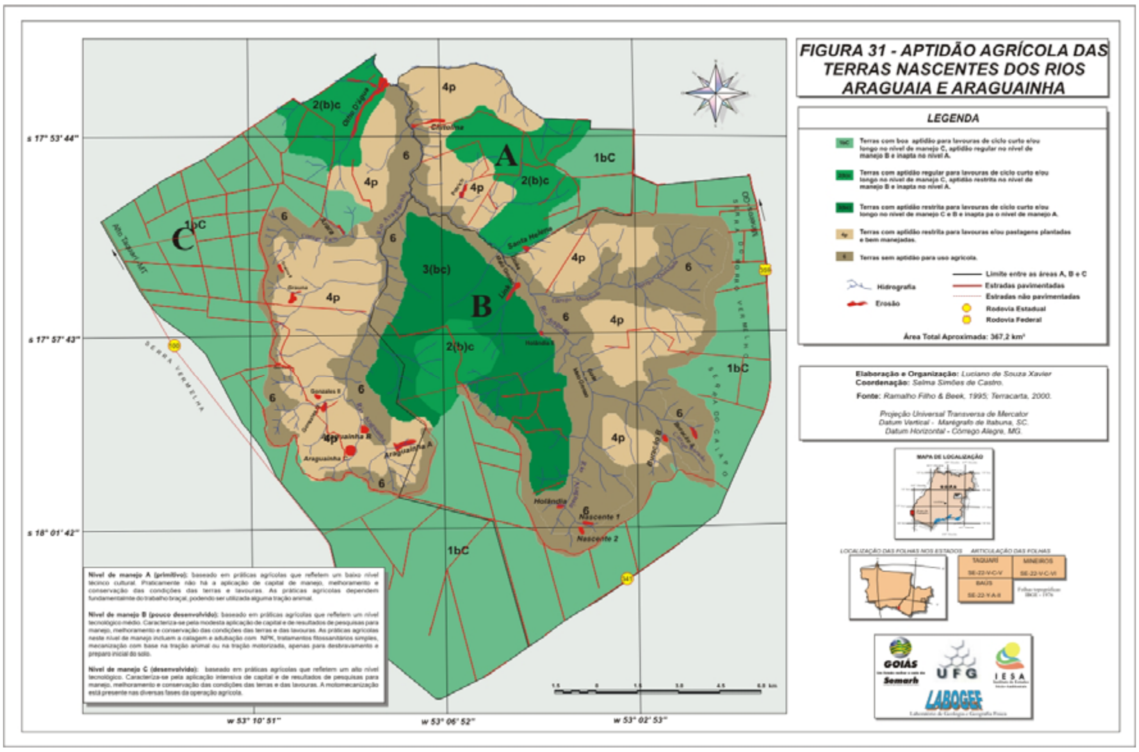


FIGURA 31 - APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Terras com boa aptidão para lavouras de ciclo curto e/ou longo no nível de manejo C, aptidão regular no nível de manejo B e inapta no nível A.
Terras com aptidão regular para lavouras de ciclo curto e/ou longo no nível de manejo C, aptidão restrita no nível de manejo B e inapta no nível A.
Terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo no nível de manejo C e B e inapta pa o nível de manejo A.
Terras com aptidão restrita para lavouras e/ou pastagens plantadas e bem manejadas.
Terras sem aptidão para uso agrícola.
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro.
Fonte: Ramalho Filho & Beek, 1995; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
Nível de manejo A (primitivo): baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico cultural. Praticamente não há a aplicação de capital de manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e lavouras. As práticas agrícolas dependem fundamentalmente do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal.
Nível de manejo B (pouco desenvolvido): baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas neste nível de manejo incluem a calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base na tração animal ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo.
Nível de manejo C (desenvolvido): baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.
s 17° 53' 44''
s 17° 57' 43''
s 18° 01' 42''
w 53° 10' 51''
w 53° 06' 52''
w 53° 02' 53''
A
B
C
1bC
2(b)c
3(bc)
4p
6
SERRA VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
Araguainha A
Araguainha B
Araguainha C
Nascente 1
Nascente 2
Cristalina
Santa Helena
Holândia
UFG
IESA
LABOGEF

Resultados e Discussões

Verifica-se no mapa (Figura 31) e pela Tabela 16 que cerca de 53,25% da área corresponde a terras com boa aptidão (1bC) para lavouras de ciclo curto e/ou longo no nível de manejo desenvolvido (alto) e com aptidão regular no nível de manejo pouco desenvolvido. Situam-se, em sua grande parte, nas áreas de relevos planos com declividades inferiores a 3% e predominância de Latossolos, coincidindo com áreas de topo da chapada.

Cerca de 12,85% da área encontra-se em terrenos com aptidão regular para lavouras, 2(b)c, para o mesmo tipo de lavoura que a anterior, desde que se leve em consideração o nível de manejo, que só permite o nível desenvolvido já que há restrições para outros níveis de manejo. Essa classe está localizada em áreas limítrofes entre os Latossolos e os Neossolos, com declividades inferiores a 6% e relevos convexos.

Já as terras com aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo desenvolvido e pouco desenvolvido, 3(bc) e 4p, aparecem em cerca de 8,02% da área e situam-se em áreas de solos arenosos com declividades maiores que 6% e relevos convexos onde os comprimentos das vertentes são muito alongados.

O restante da área corresponde a terras sem nenhuma aptidão para o uso agrícola ou pecuário (6), que são as áreas com altos declives, ou que se encontram próximas às escarpas erosivas, às cabeceiras de drenagem e nos fundo de vale. Elas representam 13,79% do total da área.

Como se pode deduzir, a área com boa aptidão e sem restrições severas situa-se apenas nos topos da chapada e as demais apresentam tipos crescentes de restrição. Assim, fora do topo da chapada, o uso agrícola, inclusive por pastagens plantadas, depende diretamente de tecnologias de manejo desenvolvido. Os focos erosivos aparecem justamente nessas áreas com restrições: 4p; 6; 3(bc).

Ao se observar os mapas de uso do solo e de discrepância (ou conflito) de uso adiante, e, sobretudo o de manejo das terras, o raciocínio poderá ser bastante enriquecido quanto à compreensão dos processos erosivos que assolam a área. A Tabela 16 a seguir mostra a distribuição em km² das classes de aptidão agrícola das terras e o número de ocorrências erosivas.

| Tabela 16 – Aptidão Agrícola das Terras | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Classes** | **km²** | **%** | **Focos Erosivos** | **% (focos)** | **Num. Focos/km²** |
| Aptidão boa para lavouras | 195,57 | 53,25 | - | - | |
| Aptidão regular para lavouras | 47,19 | 12,85 | 1 | 5 | 0,106 |
| Aptidão restrita para lavouras | 29,45 | 8,02 | 1 | 5 | 0,170 |
| Aptidão restrita para lavouras e pastagens | 44,40 | 12,09 | 12 | 60 | 1,351 |
| Sem aptidão | 50,65 | 13,79 | 5 | 25 | 0,494 |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100,00** | **20** | **100** | |

Em síntese, a zona rebaixada envolve as aptidões regular e restrita para lavoura e/ou pastagens, que inicialmente havia sido destinada a pastagem, aparentemente com nível de manejo nas classes de aptidão A e B o que já esta inadequado, pois que deveriam receber tecnologia de manejo desenvolvido.

### 6.4 Suscetibilidade à Erosão Linear

Metodologia

Um dos instrumentos de controle adequado às ações em planejamento está baseado em cartas geotécnicas. Segundo Zuquette et al. (1998), '*as cartas geotécnicas são instrumentos de aplicação que devem expressar os diferentes comportamentos/desempenhos esperados do terreno, diante de usos do solo pré-determinados, através de uma compartimentação em zonas de unidades geotécnicas, cada qual com orientações técnicas preventivas e corretivas dos problemas característicos previamente identificados.'* As cartas geotécnicas, ainda segundo ele, compreendem produtos que podem ser agrupados nas seguintes categorias: cartas geotécnicas (stricto sensu); cartas de risco; cartas de suscetibilidade e cartas de atributos e parâmetros. Cada uma dessas cartas atende a objetivos específicos e visam subsidiar estudos detalhados. Neste diagnóstico foi elaborada a carta geotécnica de suscetibilidade.

O Mapa de Suscetibilidade à Erosão Linear (Figura 32) seguiu a proposta de elaboração das cartas geotécnicas e a definição das classes de suscetibilidade à erosão linear proposta e apresentada pelo DAEE/ IPT (1989), reapresentada por Salomão (1999), que ponderaram a influência dos fatores naturais e antrópicos para a delimitação das áreas com diferentes suscetibilidades para o Estado de São Paulo. Serão descritos, a seguir, os critérios estabelecidos para a definição dessas classes de risco ao desenvolvimento de ravinas e voçorocas, com base neste último autor:

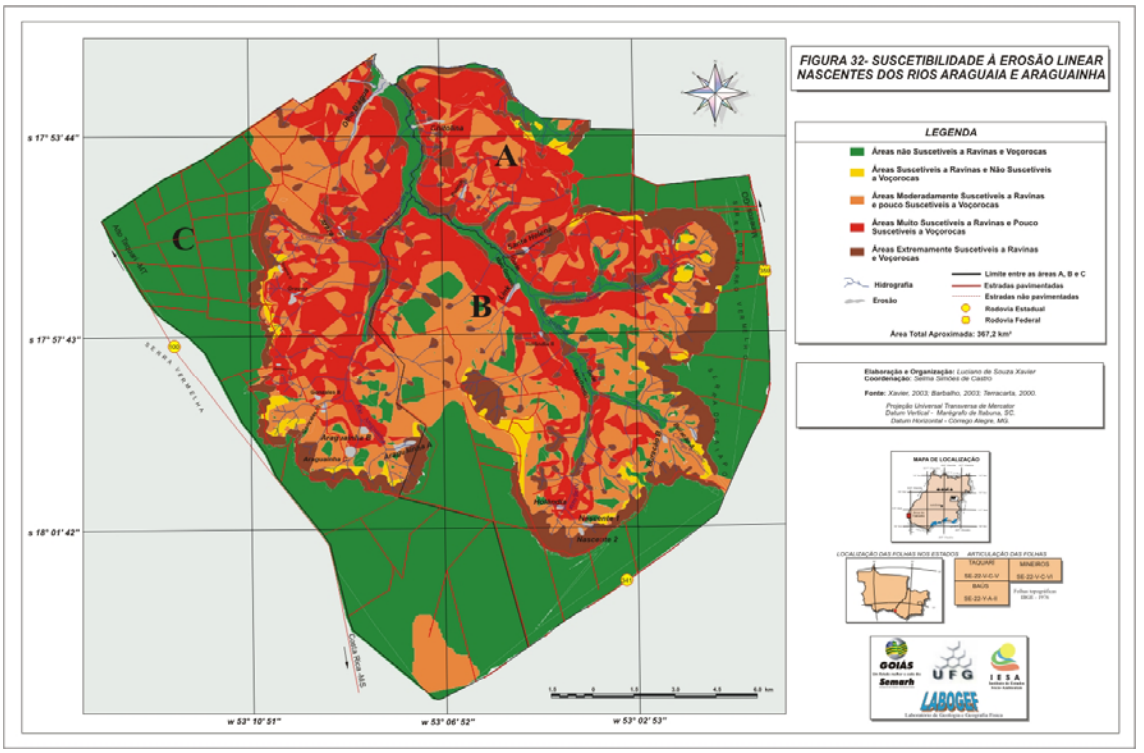


FIGURA 32- SUSCETIBILIDADE À EROSÃO LINEAR
NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Áreas não Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas
Áreas Suscetíveis a Ravinas e Não Suscetíveis a Voçorocas
Áreas Moderadamente Suscetíveis a Ravinas e pouco Suscetíveis a Voçorocas
Áreas Muito Suscetíveis a Ravinas e Pouco Suscetíveis a Voçorocas
Áreas Extremamente Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Xavier, 2003; Barbalho, 2003; Temacarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Imbituba, SC
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
MINEIROS
BAUS
Folhas topográficas IBGE - 1974
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
A
B
C
SERRA VERMELHA
Araguaia A-5
Araguaia A-6
Araguaia A-7
Araguaia A-8
Araguaia B-1
Araguaia B-2
Araguaia B-3
Araguaia B-4
Araguaia B-5
Araguaia B-6
Araguaia B-7
Araguaia B-8
Araguaia C-1
Araguaia C-2
Araguaia C-3
Araguaia C-4
Araguaia C-5
Araguaia C-6
Araguaia C-7
Araguaia C-8
Araguainha A-1
Araguainha A-2
Araguainha A-3
Araguainha A-4
Araguainha A-5
Araguainha A-6
Araguainha A-7
Araguainha A-8
Araguainha B-1
Araguainha B-2
Araguainha B-3
Araguainha B-4
Araguainha B-5
Araguainha B-6
Araguainha B-7
Araguainha B-8
Araguainha C-1
Araguainha C-2
Araguainha C-3
Araguainha C-4
Araguainha C-5
Araguainha C-6
Araguainha C-7
Araguainha C-8
Ribeirão 1
Ribeirão 2
Ribeirão 3
Ribeirão 4
Ribeirão 5
Ribeirão 6
Ribeirão 7
Ribeirão 8
Nascente 1
Nascente 2
Nascente 3
Nascente 4
Nascente 5
Nascente 6
Nascente 7
Nascente 8
Nascente 9
Nascente 10
Nascente 11
Nascente 12
Nascente 13
Nascente 14
Nascente 15
Nascente 16
Nascente 17
Nascente 18
Nascente 19
Nascente 20
Nascente 21
Nascente 22
Nascente 23
Nascente 24
Nascente 25
Nascente 26
Nascente 27
Nascente 28
Nascente 29
Nascente 30
Nascente 31
Nascente 32
Nascente 33
Nascente 34
Nascente 35
Nascente 36
Nascente 37
Nascente 38
Nascente 39
Nascente 40
Nascente 41
Nascente 42
Nascente 43
Nascente 44
Nascente 45
Nascente 46
Nascente 47
Nascente 48
Nascente 49
Nascente 50
Nascente 51
Nascente 52
Nascente 53
Nascente 54
Nascente 55
Nascente 56
Nascente 57
Nascente 58
Nascente 59
Nascente 60
Nascente 61
Nascente 62
Nascente 63
Nascente 64
Nascente 65
Nascente 66
Nascente 67
Nascente 68
Nascente 69
Nascente 70
Nascente 71
Nascente 72
Nascente 73
Nascente 74
Nascente 75
Nascente 76
Nascente 77
Nascente 78
Nascente 79
Nascente 80
Nascente 81
Nascente 82
Nascente 83
Nascente 84
Nascente 85
Nascente 86
Nascente 87
Nascente 88
Nascente 89
Nascente 90
Nascente 91
Nascente 92
Nascente 93
Nascente 94
Nascente 95
Nascente 96
Nascente 97
Nascente 98
Nascente 99
Nascente 100
Nascente 101
Nascente 102
Nascente 103
Nascente 104
Nascente 105
Nascente 106
Nascente 107
Nascente 108
Nascente 109
Nascente 110
Nascente 111
Nascente 112
Nascente 113
Nascente 114
Nascente 115
Nascente 116
Nascente 117
Nascente 118
Nascente 119
Nascente 120
Nascente 121
Nascente 122
Nascente 123
Nascente 124
Nascente 125
Nascente 126
Nascente 127
Nascente 128
Nascente 129
Nascente 130
Nascente 131
Nascente 132
Nascente 133
Nascente 134
Nascente 135
Nascente 136
Nascente 137
Nascente 138
Nascente 139
Nascente 140
Nascente 141
Nascente 142
Nascente 143
Nascente 144
Nascente 145
Nascente 146
Nascente 147
Nascente 148
Nascente 149
Nascente 150
Nascente 151
Nascente 152
Nascente 153
Nascente 154
Nascente 155
Nascente 156
Nascente 157
Nascente 158
Nascente 159
Nascente 160
Nascente 161
Nascente 162
Nascente 163
Nascente 164
Nascente 165
Nascente 166
Nascente 167
Nascente 168
Nascente 169
Nascente 170
Nascente 171
Nascente 172
Nascente 173
Nascente 174
Nascente 175
Nascente 176
Nascente 177
Nascente 178
Nascente 179
Nascente 180
Nascente 181
Nascente 182
Nascente 183
Nascente 184
Nascente 185
Nascente 186
Nascente 187
Nascente 188
Nascente 189
Nascente 190
Nascente 191
Nascente 192
Nascente 193
Nascente 194
Nascente 195
Nascente 196
Nascente 197
Nascente 198
Nascente 199
Nascente 200
Nascente 201
Nascente 202
Nascente 203
Nascente 204
Nascente 205
Nascente 206
Nascente 207
Nascente 208
Nascente 209
Nascente 210
Nascente 211
Nascente 212
Nascente 213
Nascente 214
Nascente 215
Nascente 216
Nascente 217
Nascente 218
Nascente 219
Nascente 220
Nascente 221
Nascente 222
Nascente 223
Nascente 224
Nascente 225
Nascente 226
Nascente 227
Nascente 228
Nascente 229
Nascente 230
Nascente 231
Nascente 232
Nascente 233
Nascente 234
Nascente 235
Nascente 236
Nascente 237
Nascente 238
Nascente 239
Nascente 240
Nascente 241
Nascente 242
Nascente 243
Nascente 244
Nascente 245
Nascente 246
Nascente 247
Nascente 248
Nascente 249
Nascente 250
Nascente 251
Nascente 252
Nascente 253
Nascente 254
Nascente 255
Nascente 256
Nascente 257
Nascente 258
Nascente 259
Nascente 260
Nascente 261
Nascente 262
Nascente 263
Nascente 264
Nascente 265
Nascente 266
Nascente 267
Nascente 268
Nascente 269
Nascente 270
Nascente 271
Nascente 272
Nascente 273
Nascente 274
Nascente 275
Nascente 276
Nascente 277
Nascente 278
Nascente 279
Nascente 280
Nascente 281
Nascente 282
Nascente 283
Nascente 284
Nascente 285
Nascente 286
Nascente 287
Nascente 288
Nascente 289
Nascente 290
Nascente 291
Nascente 292
Nascente 293
Nascente 294
Nascente 295
Nascente 296
Nascente 297
Nascente 298
Nascente 299
Nascente 300
Nascente 301
Nascente 302
Nascente 303
Nascente 304
Nascente 305
Nascente 306
Nascente 307
Nascente 308
Nascente 309
Nascente 310
Nascente 311
Nascente 312
Nascente 313
Nascente 314
Nascente 315
Nascente 316
Nascente 317
Nascente 318
Nascente 319
Nascente 320
Nascente 321
Nascente 322
Nascente 323
Nascente 324
Nascente 325
Nascente 326
Nascente 327
Nascente 328
Nascente 329
Nascente 330
Nascente 331
Nascente 332
Nascente 333
Nascente 334
Nascente 335
Nascente 336
Nascente 337
Nascente 338
Nascente 339
Nascente 340
Nascente 341
Nascente 342
Nascente 343
Nascente 344
Nascente 345
Nascente 346
Nascente 347
Nascente 348
Nascente 349
Nascente 350
Nascente 351
Nascente 352
Nascente 353
Nascente 354
Nascente 355
Nascente 356
Nascente 357
Nascente 358
Nascente 359
Nascente 360
Nascente 361
Nascente 362
Nascente 363
Nascente 364
Nascente 365
Nascente 366
Nascente 367
Nascente 368
Nascente 369
Nascente 370
Nascente 371
Nascente 372
Nascente 373
Nascente 374
Nascente 375
Nascente 376
Nascente 377
Nascente 378
Nascente 379
Nascente 380
Nascente 381
Nascente 382
Nascente 383
Nascente 384
Nascente 385
Nascente 386
Nascente 387
Nascente 388
Nascente 389
Nascente 390
Nascente 391
Nascente 392
Nascente 393
Nascente 394
Nascente 395
Nascente 396
Nascente 397
Nascente 398
Nascente 399
Nascente 400
Nascente 401
Nascente 402
Nascente 403
Nascente 404
Nascente 405
Nascente 406
Nascente 407
Nascente 408
Nascente 409
Nascente 410
Nascente 411
Nascente 412
Nascente 413
Nascente 414
Nascente 415
Nascente 416
Nascente 417
Nascente 418
Nascente 419
Nascente 420
Nascente 421
Nascente 422
Nascente 423
Nascente 424
Nascente 425
Nascente 426
Nascente 427
Nascente 428
Nascente 429
Nascente 430
Nascente 431
Nascente 432
Nascente 433
Nascente 434
Nascente 435
Nascente 436
Nascente 437
Nascente 438
Nascente 439
Nascente 440
Nascente 441
Nascente 442
Nascente 443
Nascente 444
Nascente 445
Nascente 446
Nascente 447
Nascente 448
Nascente 449
Nascente 450
Nascente 451
Nascente 452
Nascente 453
Nascente 454
Nascente 455
Nascente 456
Nascente 457
Nascente 458
Nascente 459
Nascente 460
Nascente 461
Nascente 462
Nascente 463
Nascente 464
Nascente 465
Nascente 466
Nascente 467
Nascente 468
Nascente 469
Nascente 470
Nascente 471
Nascente 472
Nascente 473
Nascente 474
Nascente 475
Nascente 476
Nascente 477
Nascente 478
Nascente 479
Nascente 480
Nascente 481
Nascente 482
Nascente 483
Nascente 484
Nascente 485
Nascente 486
Nascente 487
Nascente 488
Nascente 489
Nascente 490
Nascente 491
Nascente 492
Nascente 493
Nascente 494
Nascente 495
Nascente 496
Nascente 497
Nascente 498
Nascente 499
Nascente 500
Nascente 501
Nascente 502
Nascente 503
Nascente 504
Nascente 505
Nascente 506
Nascente 507
Nascente 508
Nascente 509
Nascente 510
Nascente 511
Nascente 512
Nascente 513
Nascente 514
Nascente 515
Nascente 516
Nascente 517
Nascente 518
Nascente 519
Nascente 520
Nascente 521
Nascente 522
Nascente 523
Nascente 524
Nascente 525
Nascente 526
Nascente 527
Nascente 528
Nascente 529
Nascente 530
Nascente 531
Nascente 532
Nascente 533
Nascente 534
Nascente 535
Nascente 536
Nascente 537
Nascente 538
Nascente 539
Nascente 540
Nascente 541
Nascente 542
Nascente 543
Nascente 544
Nascente 545
Nascente 546
Nascente 547
Nascente 548
Nascente 549
Nascente 550
Nascente 551
Nascente 552
Nascente 553
Nascente 554
Nascente 555
Nascente 556
Nascente 557
Nascente 558
Nascente 559
Nascente 560
Nascente 561
Nascente 562
Nascente 563
Nascente 564
Nascente 565
Nascente 566
Nascente 567
Nascente 568
Nascente 569
Nascente 570
Nascente 571
Nascente 572
Nascente 573
Nascente 574
Nascente 575
Nascente 576
Nascente 577
Nascente 578
Nascente 579
Nascente 580
Nascente 581
Nascente 582
Nascente 583
Nascente 584
Nascente 585
Nascente 586
Nascente 587
Nascente 588
Nascente 589
Nascente 590
Nascente 591
Nascente 592
Nascente 593
Nascente 594
Nascente 595
Nascente 596
Nascente 597
Nascente 598
Nascente 599
Nascente 600
Nascente 601
Nascente 602
Nascente 603
Nascente 604
Nascente 605
Nascente 606
Nascente 607
Nascente 608
Nascente 609
Nascente 610
Nascente 611
Nascente 612
Nascente 613
Nascente 614
Nascente 615
Nascente 616
Nascente 617
Nascente 618
Nascente 619
Nascente 620
Nascente 621
Nascente 622
Nascente 623
Nascente 624
Nascente 625
Nascente 626
Nascente 627
Nascente 628
Nascente 629
Nascente 630
Nascente 631
Nascente 632
Nascente 633
Nascente 634
Nascente 635
Nascente 636
Nascente 637
Nascente 638
Nascente 639
Nascente 640
Nascente 641
Nascente 642
Nascente 643
Nascente 644
Nascente 645
Nascente 646
Nascente 647
Nascente 648
Nascente 649
Nascente 650
Nascente 651
Nascente 652
Nascente 653
Nascente 654
Nascente 655
Nascente 656
Nascente 657
Nascente 658
Nascente 659
Nascente 660
Nascente 661
Nascente 662
Nascente 663
Nascente 664
Nascente 665
Nascente 666
Nascente 667
Nascente 668
Nascente 669
Nascente 670
Nascente 671
Nascente 672
Nascente 673
Nascente 674
Nascente 675
Nascente 676
Nascente 677
Nascente 678
Nascente 679
Nascente 680
Nascente 681
Nascente 682
Nascente 683
Nascente 684
Nascente 685
Nascente 686
Nascente 687
Nascente 688
Nascente 689
Nascente 690
Nascente 691
Nascente 692
Nascente 693
Nascente 694
Nascente 695
Nascente 696
Nascente 697
Nascente 698
Nascente 699
Nascente 700
Nascente 701
Nascente 702
Nascente 703
Nascente 704
Nascente 705
Nascente 706
Nascente 707
Nascente 708
Nascente 709
Nascente 710
Nascente 711
Nascente 712
Nascente 713
Nascente 714
Nascente 715
Nascente 716
Nascente 717
Nascente 718
Nascente 719
Nascente 720
Nascente 721
Nascente 722
Nascente 723
Nascente 724
Nascente 725
Nascente 726
Nascente 727
Nascente 728
Nascente 729
Nascente 730
Nascente 731
Nascente 732
Nascente 733
Nascente 734
Nascente 735
Nascente 736
Nascente 737
Nascente 738
Nascente 739
Nascente 740
Nascente 741
Nascente 742
Nascente 743
Nascente 744
Nascente 745
Nascente 746
Nascente 747
Nascente 748
Nascente 749
Nascente 750
Nascente 751
Nascente 752
Nascente 753
Nascente 754
Nascente 755
Nascente 756
Nascente 757
Nascente 758
Nascente 759
Nascente 760
Nascente 761
Nascente 762
Nascente 763
Nascente 764
Nascente 765
Nascente 766
Nascente 767
Nascente 768
Nascente 769
Nascente 770
Nascente 771
Nascente 772
Nascente 773
Nascente 774
Nascente 775
Nascente 776
Nascente 777
Nascente 778
Nascente 779
Nascente 780
Nascente 781
Nascente 782
Nascente 783
Nascente 784
Nascente 785
Nascente 786
Nascente 787
Nascente 788
Nascente 789
Nascente 790
Nascente 791
Nascente 792
Nascente 793
Nascente 794
Nascente 795
Nascente 796
Nascente 797
Nascente 798
Nascente 799
Nascente 800
Nascente 801
Nascente 802
Nascente 803
Nascente 804
Nascente 805
Nascente 806
Nascente 807
Nascente 808
Nascente 809
Nascente 810
Nascente 811
Nascente 812
Nascente 813
Nascente 814
Nascente 815
Nascente 816
Nascente 817
Nascente 818
Nascente 819
Nascente 820
Nascente 821
Nascente 822
Nascente 823
Nascente 824
Nascente 825
Nascente 826
Nascente 827
Nascente 828
Nascente 829
Nascente 830
Nascente 831
Nascente 832
Nascente 833
Nascente 834
Nascente 835
Nascente 836
Nascente 837
Nascente 838
Nascente 839
Nascente 840
Nascente 841
Nascente 842
Nascente 843
Nascente 844
Nascente 845
Nascente 846
Nascente 847
Nascente 848
Nascente 849
Nascente 850
Nascente 851
Nascente 852
Nascente 853
Nascente 854
Nascente 855
Nascente 856
Nascente 857
Nascente 858
Nascente 859
Nascente 860
Nascente 861
Nascente 862
Nascente 863
Nascente 864
Nascente 865
Nascente 866
Nascente 867
Nascente 868
Nascente 869
Nascente 870
Nascente 871
Nascente 872
Nascente 873
Nascente 874
Nascente 875
Nascente 876
Nascente 877
Nascente 878
Nascente 879
Nascente 880
Nascente 881
Nascente 882
Nascente 883
Nascente 884
Nascente 885
Nascente 886
Nascente 887
Nascente 888
Nascente 889
Nascente 890
Nascente 891
Nascente 892
Nascente 893
Nascente 894
Nascente 895
Nascente 896
Nascente 897
Nascente 898
Nascente 899
Nascente 900
Nascente 901
Nascente 902
Nascente 903
Nascente 904
Nascente 905
Nascente 906
Nascente 907
Nascente 908
Nascente 909
Nascente 910
Nascente 911
Nascente 912
Nascente 913
Nascente 914
Nascente 915
Nascente 916
Nascente 917
Nascente 918
Nascente 919
Nascente 920
Nascente 921
Nascente 922
Nascente 923
Nascente 924
Nascente 925
Nascente 926
Nascente 927
Nascente 928
Nascente 929
Nascente 930
Nascente 931
Nascente 932
Nascente 933
Nascente 934
Nascente 935
Nascente 936
Nascente 937
Nascente 938
Nascente 939
Nascente 940
Nascente 941
Nascente 942
Nascente 943
Nascente 944
Nascente 945
Nascente 946
Nascente 947
Nascente 948
Nascente 949
Nascente 950
Nascente 951
Nascente 952
Nascente 953
Nascente 954
Nascente 955
Nascente 956
Nascente 957
Nascente 958
Nascente 959
Nascente 960
Nascente 961
Nascente 962
Nascente 963
Nascente 964
Nascente 965
Nascente 966
Nascente 967
Nascente 968
Nascente 969
Nascente 970
Nascente 971
Nascente 972
Nascente 973
Nascente 974
Nascente 975
Nascente 976
Nascente 977
Nascente 978
Nascente 979
Nascente 980
Nascente 981
Nascente 982
Nascente 983
Nascente 984
Nascente 985
Nascente 986
Nascente 987
Nascente 988
Nascente 989
Nascente 990
Nascente 991
Nascente 992
Nascente 993
Nascente 994
Nascente 995
Nascente 996
Nascente 997
Nascente 998
Nascente 999
Nascente 1000

**Áreas Extremamente Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas** – São áreas muito favoráveis à instalação de fenômeno de '*piping*', onde os processos de voçorocamento se desenvolvem logo após a destruição da cobertura vegetal natural, independentes da forma de ocupação. Isso se deve a existência nesses locais de gradientes hidráulicos subterrâneos elevados, associados a materiais da zona de percolação do lençol freático com características que permitem a remoção e transporte das partículas. Em geral essas áreas situam-se em nascentes, fundo de vales e cabeceiras de drenagem, especialmente se essas cabeceiras apresentam formas de anfiteatros côncavos. Incluem-se também setores de vertentes que apresentam lençol de água subaflorante, passíveis de desenvolver sulcos e ravinas com o desmatamento. Com o aprofundamento dessas erosões o lençol freático pode ser interceptado, desenvolvendo-se o '*piping*'

**Áreas Muito Suscetíveis a Ravinas e Pouco Suscetíveis a Voçorocas** – São áreas favoráveis à concentração de fluxos de água, onde os processos de ravinamentos se desenvolvem em função da ocupação do solo, a partir de pequena concentração das águas de escoamento superficial. O fenômeno *'piping',* condicionando o desenvolvimento de voçorocas, somente são observados quando as ravinas se aprofundam interceptando o lençol freático. Em geral, essas áreas situam-se em terrenos com certa declividade, que permita a fácil concentração das águas de escoamento superficial, associados a solos caracterizados por alto gradiente textural entre os horizontes superiores do perfil, como o observado nos Podzólicos de textura arenosa/média ou de textura arenosa/argilosa.

**Áreas Moderadamente Suscetíveis a Ravinas e Pouco Suscetíveis a Voçorocas** – São áreas de dispersão de fluxos de água, bem drenadas,e com elevadas permeabilidades até grandes profundidades, facilitando a rápida infiltração das águas de chuva. Entretanto, a cobertura pedológica, constituída por solos pouco coesos, permite fácil remoção das partículas por escoamento das águas superficiais. Os processos erosivos por ravinamentos ocorrem condicionados a grandes concentrações das águas de escoamento superficial, devido a determinadas formas de ocupação que favorecem a concentração das águas de escoamento superficial. Fenômenos de *'piping'*, desenvolvendo voçorocas, somente ocorrem com o aprofundamento das ravinas interceptando o lençol freático, situação comum nas posições inferiores de vertentes, próximas a fundo de vales e cabeceiras de drenagem. Em geral são áreas com declives suficientes para permitir o escoamento das águas superficiais, constituídas por solos de textura arenosa e de textura média,

como as Areias Quartzosas e os Latossolos de textura média. Essas áreas apresentam comumente solos muito profundos, assim, quando as ravinas ou voçorocas se instalam, podem apresentar grandes dimensões.

**Áreas Suscetíveis a Ravinas e Não Suscetíveis a Voçorocas** - São áreas favoráveis à concentração de fluxos de água; entretanto, a cobertura pedológica apresenta profundidades relativamente pequenas e com ausência de lençol freático. Os processos erosivos por ravinamentos ocorrem condicionados pela declividade das encostas e a determinada forma de ocupação, que favorece a concentração das águas de escoamento superficial.

**Áreas não Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas** - são áreas de agradação constituídas de terrenos com declividades praticamente nulas, impossibilitando o escoamento das águas superficiais, mesmo submetidas a diferentes formas de ocupação, e que apresentam gradiente subterrâneo muito baixo, incapaz de gerar fenômenos de '*piping'*. Em geral, essas áreas situam-se às margens de cursos de água constituindo-se de planícies de inundação.

O mapa de suscetibilidade à erosão linear (Figura 32) representa as classes de suscetibilidades aos processos erosivos e foi elaborado com base no cruzamento de elementos do meio físico (solos, formas do relevo, declividades), segundo a proposta de Salomão (1999), cujo princípio geral apóia-se na identificação de áreas de aspecto homogêneo. Trata-se, portanto, de um mapa de síntese interpretativa, de caráter prognóstico, que, como uma ferramenta, auxilia na análise integrada das informações relacionadas ao ambiente físico destinado à compreensão do potencial de erosão.

Resultados e Discussões

Observando-se o mapa da Figura 32, pode-se perceber que a maioria da área (56,83%) apresenta algum tipo de suscetibilidade à erosão linear, podendo variar desde suscetíveis a extremamente suscetíveis aos processos erosivos, como apresentado a seguir para a área estudada:

1. **Áreas moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas** - caracterizam-se por apresentar relevos convexizados e vertentes muito longas com declividades que variam entre 3 e 12% e solos da classe Neossolos Quartzarênicos finos a muito finos. São moderadamente suscetíveis aos processos erosivos por favorecerem a remoção de partículas superficiais, sobretudo pelo livre

deslocamento das águas superficiais e o aumento da velocidade das enxurradas que podem assumir grande poder erosivo. Dominam na zona rebaixada com aproximadamente 22,68% do total da área.

2. **Áreas muito suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas –** predominam em relevos côncavos sujeitos à concentração dos fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais; predominam nas áreas que correspondem aos grandes embaciados em forma de amplos anfiteatros que se localizam geralmente nas cabeceiras de drenagens. Apresentam Neossolos Quartzarênicos finos, sobretudo hidromórficos, além de gleissolos, onde os níveis freáticos são rasos ou mesmo aflorantes e correspondem a 21,46% da área.

3. **Áreas extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas** – associam-se às cabeceiras de drenagens mais encaixadas, às escarpas erosivas e aos fundos de vales; por estarem associadas aos maiores declives e desníveis altimétricos condicionam fluxos hídricos rápidos e com grande poder erosivo. Essas áreas correspondem a 10,90% do total

4. **Áreas não suscetíveis a ravinas e voçorocas -** correspondem às áreas com relevos planos que representam os 43,17% restantes da área e estão relacionadas com declividades inferiores a 3%, onde dominam os Latossolos e relacionam-se basicamente aos topos da chapada.

No mapa e pela tabela 17 a seguir que resume o exposto onde se destaca o predomínio de áreas não suscetíveis, e acrescenta o número de focos erosivos; pode-se perceber a concentração destes nas áreas extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas, até moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas e predominância das muito suscetíveis a ravinas e pouco a voçorocas, confirmando o exposto na literatura especializada.

*Tabela 17 – Distribuição das Áreas de Suscetibilidade à Erosão Linear e Focos Erosivos*

| Declividades | km² | % | Focos Erosivos | % (focos) | Num. Focos/km² |
|---|---|---|---|---|---|
| Não suscetivel a ravina e a voçorocas | 158,37 | 43,12 | - | - | |
| Suscetível a ravinas e não suscetível a voçorocas | 6,98 | 1,90 | - | - | |
| Moderadamente suscetível a Ravina e pouco a voçoroca | 83,20 | 22,65 | 5 | 25 | 0,300 |
| Muito suscetível a ravinas e pouco suscetível a voçorocas | 78,74 | 21,44 | 12 | 60 | 0,762 |
| Extremamente suscetível a ravinas e a voçorocas | 39,97 | 10,88 | 3 | 15 | 0,375 |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100,00** | **20** | **100** | |

Nota-se, portanto, que grande parte da área apresenta predomínio das suscetibilidades erosivas lineares alta a muito alta, ora mais, ora menos aos voçorocamentos, mas moderada a extremamente suscetíveis a ravinamentos. Isto inspira cuidados com o uso e manejo das terras, sobretudo quando se constata que essas áreas já vêm sendo utilizadas inadequadamente em termos de capacidade de uso e aptidão ao uso agrícola intensivamente há décadas, como será visto adiante ao se apresentar os mapas de uso das terras, e que numerosos focos erosivos se concentram exatamente nesses setores, fazendo supor que na sua maioria podem ter iniciado a partir de ravinas, dada a suscetibilidade dos terrenos e a possível concentração de linhas de fluxo do escoamento superficial relacionado a trilheiros de gado, cercas de divisas, caminhos e estradas vicinais e outras em áreas desmatadas no todo ou, em parte.

## 7. USO E MANEJO DAS TERRAS

O Uso das Terras foi analisado para 1965, 1976, 1999 e 2003. A escolha para integrar este Plano de Controle priorizou estes três últimos anos e deu-se pelo fato de que foi nesse período que ocorreu a mais significativa mudança nos padrões de uso das terras, uma vez que entre a década de 60 e a de 70 não foram constatadas diferenças notáveis. A seguir é apresentado cada um desses recortes temporais.

### 7.1 Uso das Terras -1976

Metodologia

O Mapa de Uso das Terras (Figura 33) para o ano de 1976 foi obtido por restituição e adaptação de legendas, diretamente da Folha Topográfica SE.22-V-C-V do IBGE, em escala 1:100.000, ampliada e adaptada para 1:60.000 com base na fotointerpretação das fotos aéreas (USAF,1965-1966), já que não se constatou grande diferença entre esses dois anos. Esse mapa serviu como ponto de partida de uma análise evolutiva que se completa com os dois outros mapas similares para os anos de 1999 e 2003 apresentados a seguir. Conversas informais com antigos proprietários rurais permitiram uma referência para a convalidação do mapa.

A legenda adotada é aquela da referida Folha Topográfica adaptada à fotointerpretação que permitiu melhor diferenciação das principais fotofisionomias de cerrado.

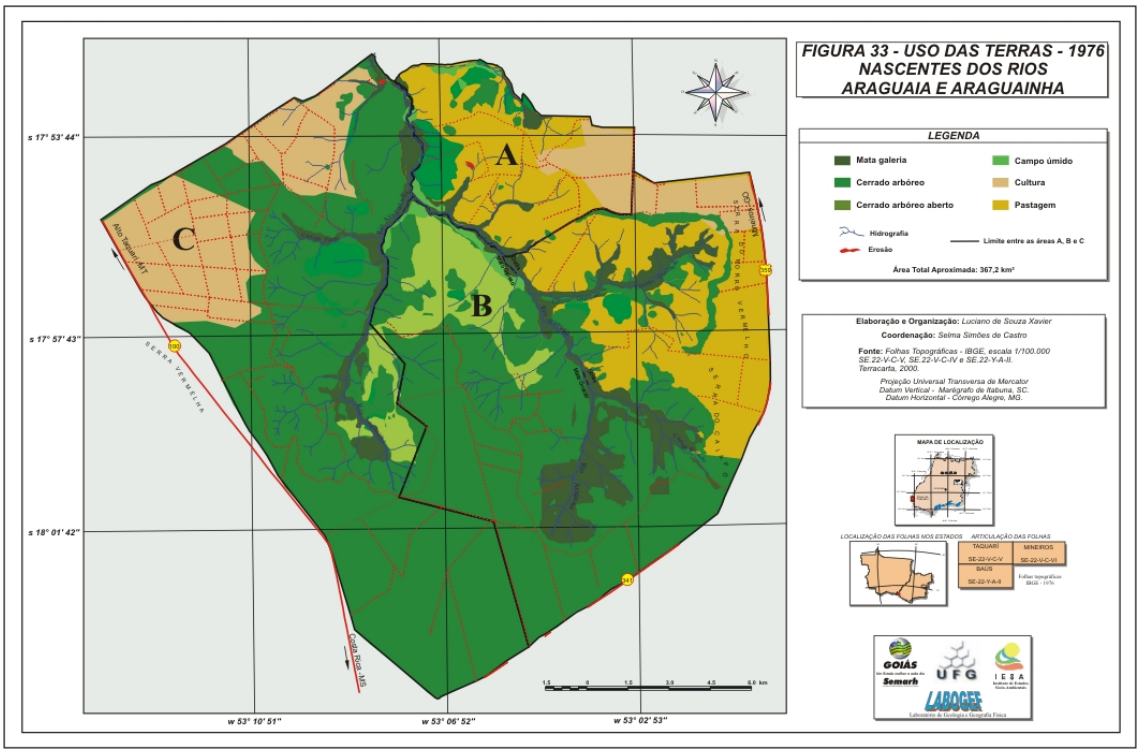


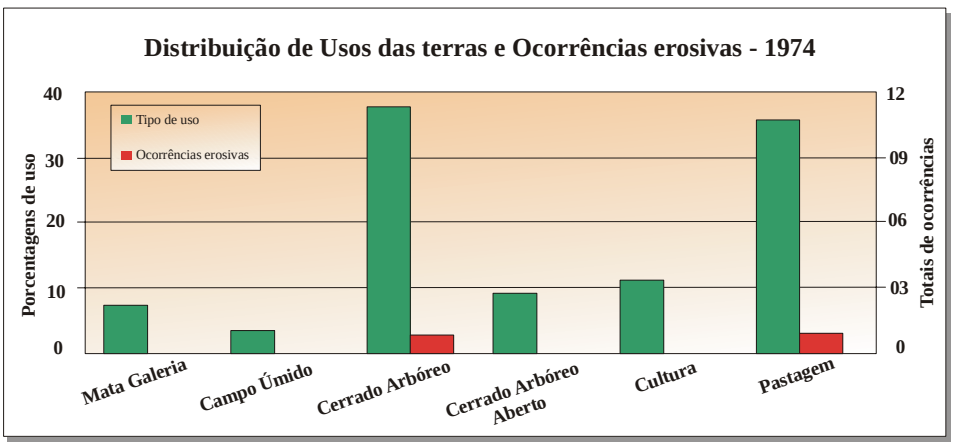
FIGURA 33 - USO DAS TERRAS - 1976
NASCENTES DOS RIOS
ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Mata galeria
Campo úmido
Cerrado arbóreo
Cultura
Cerrado arbóreo aberto
Pastagem
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Folhas Topográficas - IBGE, escala 1/100.000 SE.22-V-C-V, SE.22-V-C-IV e SE.22-Y-A-II. Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marigrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
MINEIROS
SE-22-V-C-V
SE-22-V-C-VI
SAUS
SE-22-Y-A-II
A
B
C
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
SERRA VERMELHA
Alto Taquari MT
Costa Rica MS
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF

Resultados e Discussões

O mapa de uso das terras do ano de 1976 (Figura 33) mostra que grande parte da área está coberta por vegetação natural, destacando-se os 37,25% de Cerrado Arbóreo (Denso) que se mantém aparentemente pouco degradado na parte centro-sul da área, protegendo, juntamente com matas de nascentes, as cabeceiras de drenagens dos tributários e as próprias nascentes dos Rios Araguaia e Araguainha. As matas galerias, também em abundância e contínuas, estão preservadas em grande parte dos canais principais, e encontram-se praticamente fundidas com o Cerrado na maioria dos canais menores contidos nessa área, na escala adotada,constituindo corredores naturais.

Observa-se ainda que 8,56% de áreas com Cerrado Arbóreo Aberto permanecem aparentemente intactas diante dos 34,95% de áreas de pastagens que predominam do lado goiano da área, junto com os 10,68% de áreas de agricultura que já aparecem tanto do lado goiano quanto do lado mato-grossense

A Figura 34 abaixo mostra a relação entre os tipos de uso e ocorrências erosivas, levando-se em consideração que os focos erosivos apontados nesse mapa são os mesmos identificados no ano de 1965-1966 nas fotografias aéreas. O interessante é que um deles é a conhecida como Olho D'Água, que era então muito menor, embora depoimento de moradores a atribuam a 1986.



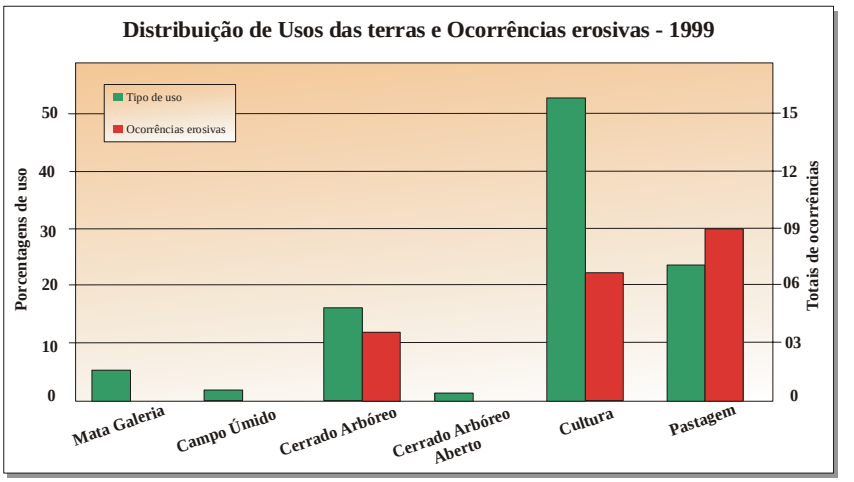

**7.2 Uso das Terras - 1999**

Foi realizado inicialmente o registro da Imagem Landsat – ETM 5, do mês de agosto de 1999, bandas 543/RGB, que seguiu a seqüência das funções no SPRING 3.4 /INPE: leitura de imagem, registro, utilizando a mesa digitalizadora e o

processamento de imagem. Posteriormente, a interpretação da referida imagem que seguiu a proposta metodológica utilizada por Santos e Carvalho (1981) empregada para o Distrito Federal. Basicamente consiste em identificar as classes espectrais na imagem em função dos diferentes níveis de interpretação relacionados com a tonalidade, com a textura, com a forma geométrica (Assad et al, 1993). Foram identificadas e definidas as seguintes classes de uso e ocupação das terras em: mata ciliar, cerrado arbóreo aberto, cerrado arbóreo, cultura, pastagem, campo úmido, como no mapa anterior.

Resultados e Discussões

A Figura 35 abaixo mostra os diferentes tipos de usos calculados para o total da área nesse ano.




Ao se analisar estes dados e a localização dos diferentes usos das terras de 1999 (Figura 36) em comparação com o de 1976 (Figura 34), é possível constatar claramente a inversão nos valores, sobretudo entre Agricultura, Pastagens e Cerrado Arbóreo. Em 1999 a Mata de Galeria, de Campo Úmido, as áreas de Cerrado Arbóreo diminuíram em cerca de 50% em relação a 1976, isto é em 10 anos aproximadamente. Ao contrário do mapa anterior, quando ainda dominava a vegetação natural, verifica-se que em 1999, a maior parte da área está ocupada por Culturas e Pastagens, respectivamente com cerca de 22,42% e 56,87%, significando o triplo e o dobro de área com esses usos em 1976. Portanto, a inversão globalmente ultrapassou mais da metade da área, obviamente às custas do desmatamento e rápido. Os dados do censo agrícola (Figura 37) revelam que na verdade foi em menos de 10 anos, provavelmente 5 anos e relacionado com a modernização agropecuária estimulada pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento (Governo Federal,1990).

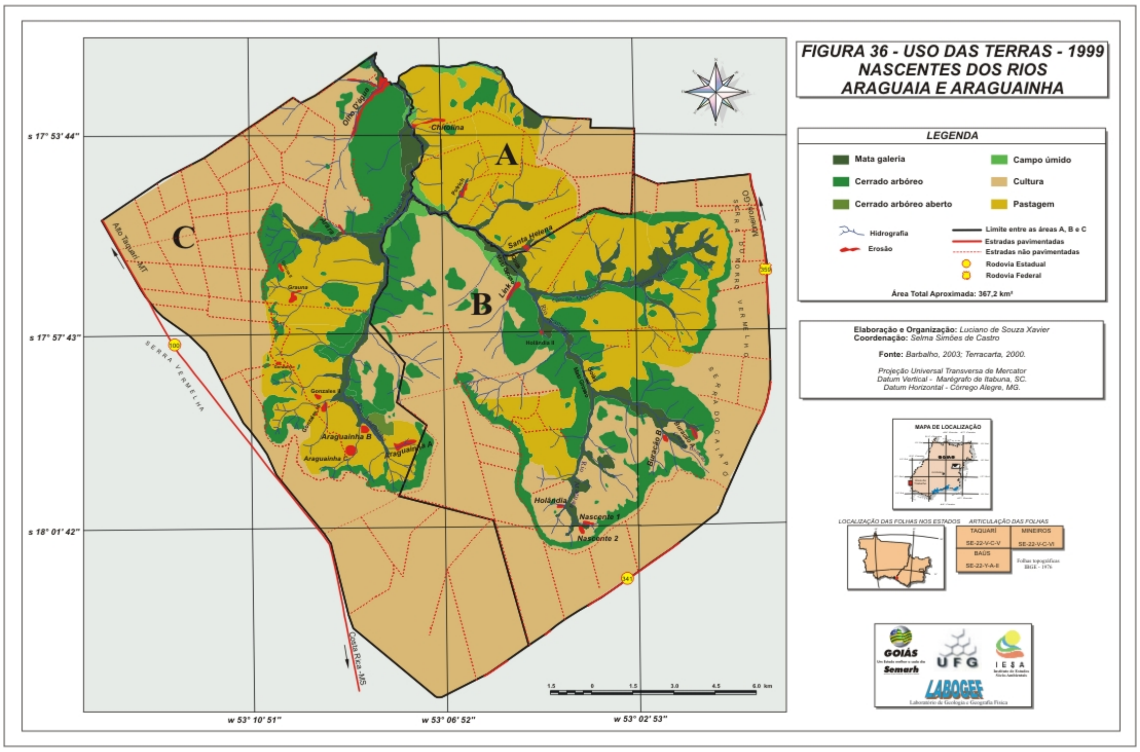
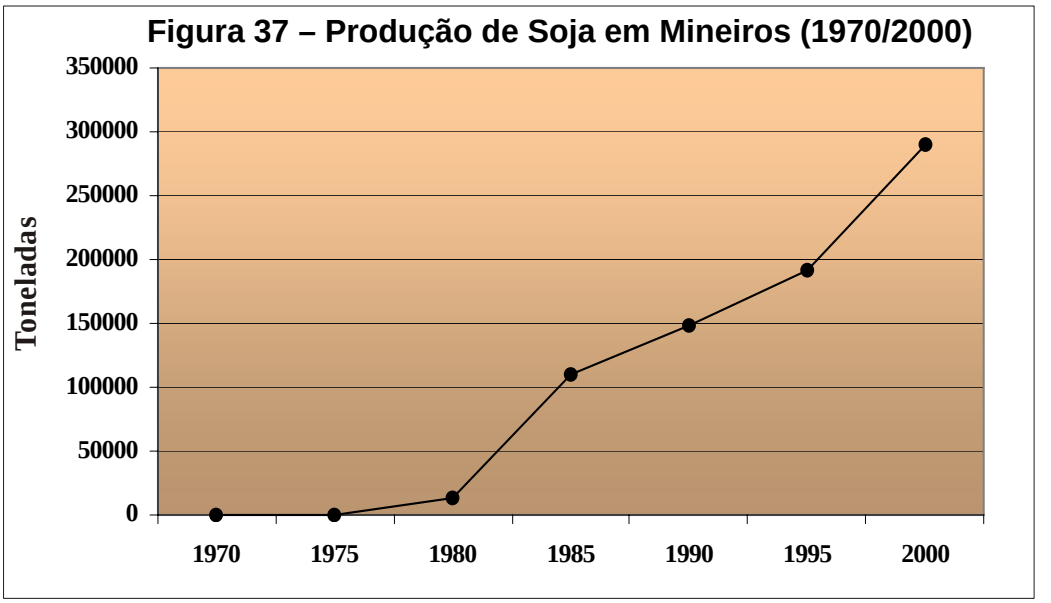


FIGURA 36 - USO DAS TERRAS - 1999
NASCENTES DOS RIOS
ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Mata galeria
Campo úmido
Cerrado arbóreo
Cultura
Cerrado arbóreo aberto
Pastagem
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
A
B
C
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
SERRA VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
Alto Taquari-MT
Costa Rica-MS
Santa Helena
Holândia
Nascente 1
Nascente 2
Araguainha B
LABOGEF
UFG
IESA
GOIÁS
Semarh




**Fonte: Censos agropecuário de 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 e 2000 do IBGE.**

A Figura 35 ainda permite constatar o aumento notável do número de ocorrências erosivas na área, passando de duas, em 1976, para 20 ocorrências em 1999, majoritariamente relacionadas com as áreas de agricultura e pastagem, com predomínio notável nestas, de quase o dobro em relação às áreas agrícolas, o que permite deduzir claramente os efeitos erosivos das transformações de uso das terras e as tecnologias inadequadas no manejo pecuário. Observa-se ainda que na área A domina a pecuária, justamente onde se concentra a maioria absoluta dos focos erosivos, com vários situados na divisas entre agricultura e pastagem; enquanto que na B agricultura e pecuária são equivalentes e na C domina ligeiramente a agricultura e da mesma maneira ambas contêm os focos erosivos. Como parte significativa dessas áreas de pastagem aumentou entre 1976 e 1999, ainda que perto dos totais de aumento da agricultura, o fato dos focos situar-se mais nas áreas de pastagens formadas faz supor sua relação direta com essa prática implementada na zona rebaixada, já que a agricultura se restringe mais ao topo da Chapada. Por outro lado, como se verá no item relativo à análise dos Focos Erosivos mais adiante, os depoimentos dos proprietários e gerentes e os cadastros dos maiores focos sinalizam na direção de que parte significativa deles surgiu no início dos anos 80.

### 7.3 Uso das Terras - 2003

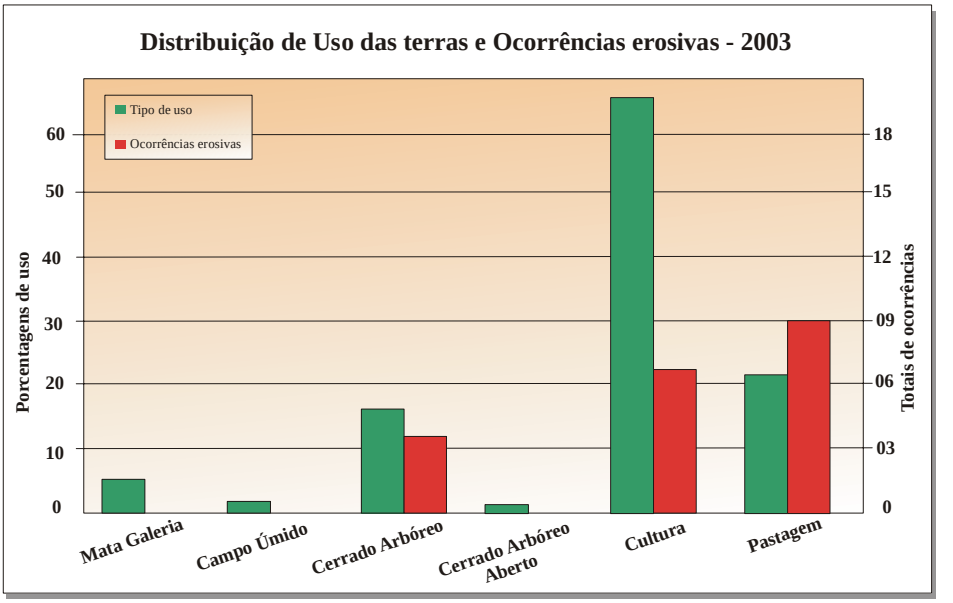
Metodologia

O mapa de uso das terras (Figura 38), de abril de 2003 e foi obtido através do mesmo procedimento adotado para o ano de 1999, mas aplicado à imagem Landsat ETM7+, que trouxe a vantagem de uma ampliação melhor na tela que chegou com segurança até a escala 1:20.000, devido à sua resolução, o que permitiu um bom exame da cobertura vegetal das áreas e mesmo dos focos erosivos.

Resultados e Discussões

A área com vegetação natural se manteve relativamente em relação ao ano anterior. Em contrapartida, um fato notável foi constatado: ocorreu a diminuição em quase 10% de áreas de pastagens em favor das áreas de agricultura, que aumentaram um pouco mais do que isso, portanto em cerca de 5 anos.

Isto significa que a agricultura está substituindo os pastos, e o está fazendo mais expressivamente do lado goiano, na faixa nordeste da área, sobretudo onde se delimitou a Área A deste Plano, fato que está acontecendo em menor proporção do lado mato-grossense, tanto na área B como C. A diferença de cerca de 3% a mais que não corresponderia a pastos constatou-se que se tratava de Cerrado Arbóreo Aberto (em função da melhor resolução e data da imagem), a qual ficava predominantemente do lado mato-grossense, na porção centro-oeste da área C, associada ao rio Araguainha. Pode-se, da mesma maneira que nos anos anteriores, verificar os dados na Figura 39 abaixo.



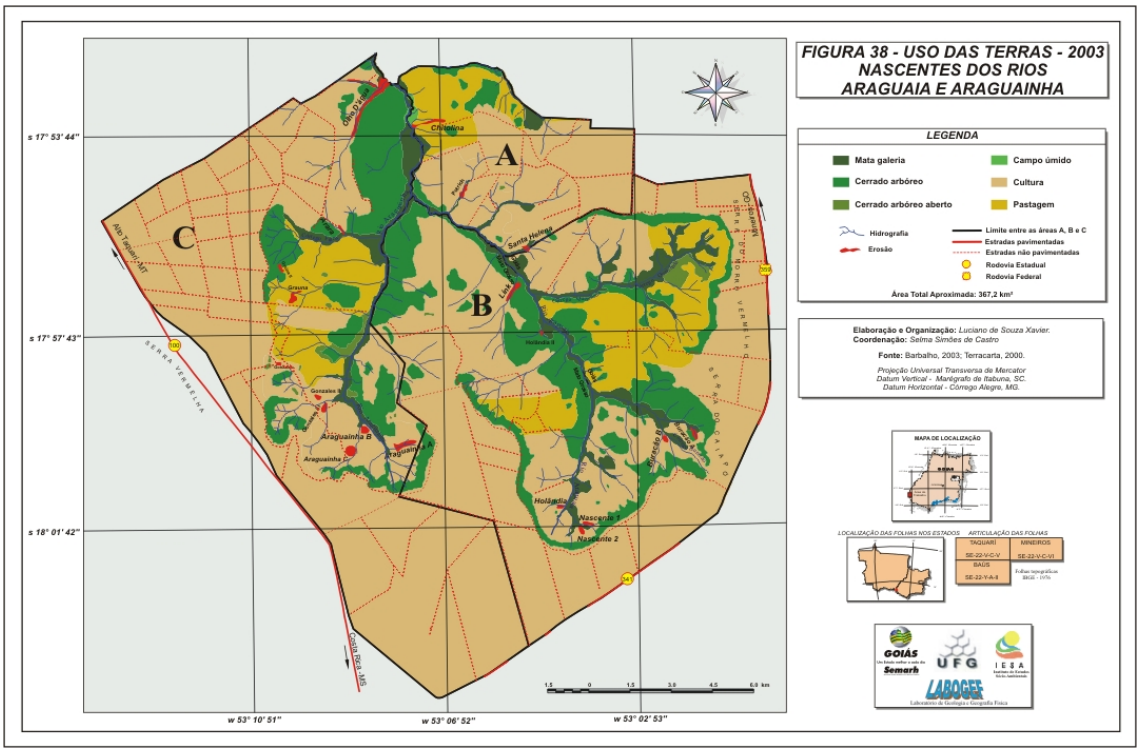


FIGURA 38 - USO DAS TERRAS - 2003
NASCENTES DOS RIOS
ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Mata galeria
Cerrado arbóreo
Cerrado arbóreo aberto
Campo úmido
Cultura
Pastagem
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier.
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
SE-22-V-C-V
MINEIROS
SE-22-V-C-VI
BAÚS
SE-22-Y-A-II
Folhas topográficas
IBGE - 1976
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF
Laboratório de Geologia e Geografia Física
A
B
C
Chapelina
Santa Helena
Araguainha B
Araguainha A
Araguainha C
Holândia
Nascente 1
Nascente 2
Alto Taquari - MT
Costa Rica - MS
SERRA VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
1,5 0 1,5 3,0 4,5 6,0 km

Pode-se perceber que não houve aumento de áreas de desmatamento e nem do número de focos erosivos mas, em termos relativos, pelo fato de ter aumentado a área agrícola, ficou ainda mais evidenciada a sua principal relação com a área de pastagem. No entanto, convém lembrar as erosões iniciaram-se bem antes e é cedo para se avaliar os efeitos da introdução da prática agrícola nas áreas de pastagens antigas que estão sendo usadas agora para a agricultura.

### 7.4 Discrepância entre a Classificação de Capacidade de Uso das Terras e o Uso Atual

Metodologia

O Mapa de Discrepância (Figura 40) entre a classificação das terras e o uso atual foi obtido a partir do cruzamento dos mapas de capacidade de uso das terras com o de uso das terras do ano de 2003, mediante tabulação cruzada como técnica de geoprocessamento. Permite verificar o que acontece entre o uso potencial das terras, ou seja, a capacidade real de uso de determinadas áreas confrontadas com o seu uso real, ajudando principalmente na tomada de decisões quanto às práticas e políticas de planejamento e é onde se concentra o maior número dos focos erosivos.

Resultados e Discussões

Ao se observar a distribuição dos graus de discrepância no mapa (Figura 40) constata-se que a discrepância máxima ocorre nas zona rebaixada mais do lado goiano e, sobretudo, acompanhando margens dos canais de drenagens principais da área. Essa área corresponde a 23,40% do total.

As áreas com discrepância muito alta, que somam 37,60%, localizam-se em áreas limítrofes entre os Latossolos e os Neossolos Quarzarênicos, sobretudo, em áreas de declividades altas com relevos predominantemente concavizados, onde a suscetibilidade aos processos erosivos é muito alta.

As áreas classificadas como de alta discrepância correspondem àquelas de relevos planos ou quase planos que fazem parte da chapada. Elas foram assim classificadas principalmente pelo não cumprimento de preservação das Áreas de Preservação Permanente - APPs, relativa à faixa de recuo obrigatório junto às bordas dessa chapada. Essa classe corresponde a 39% do total da área.

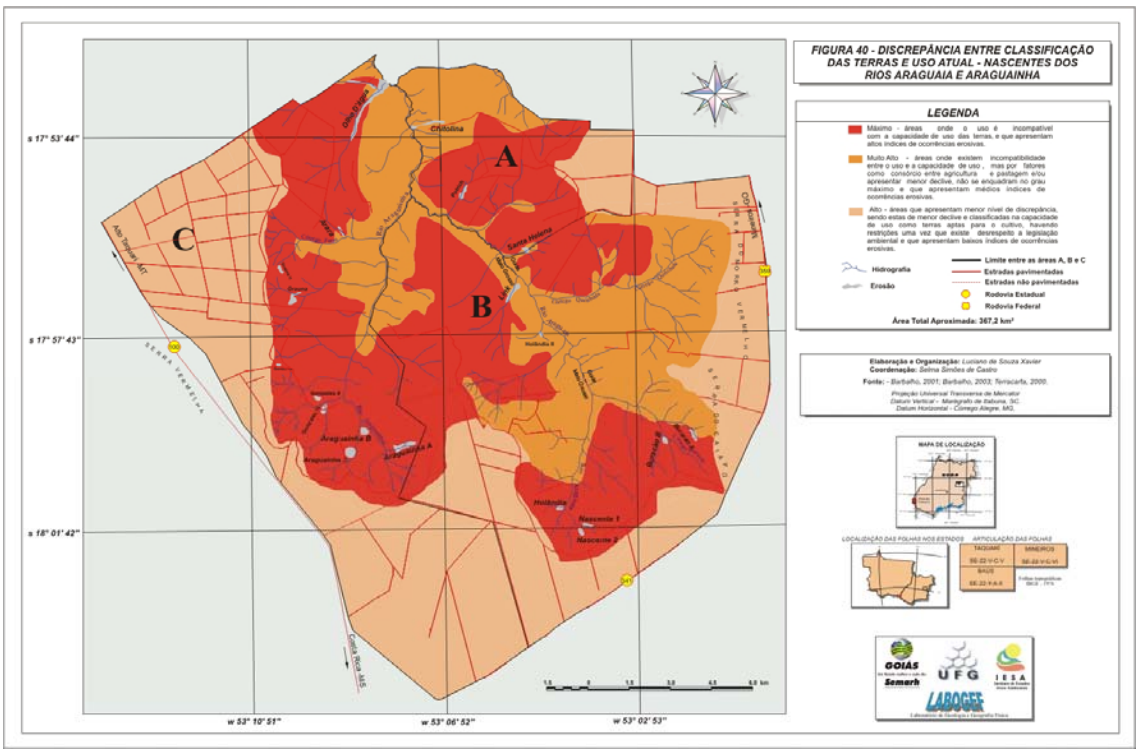
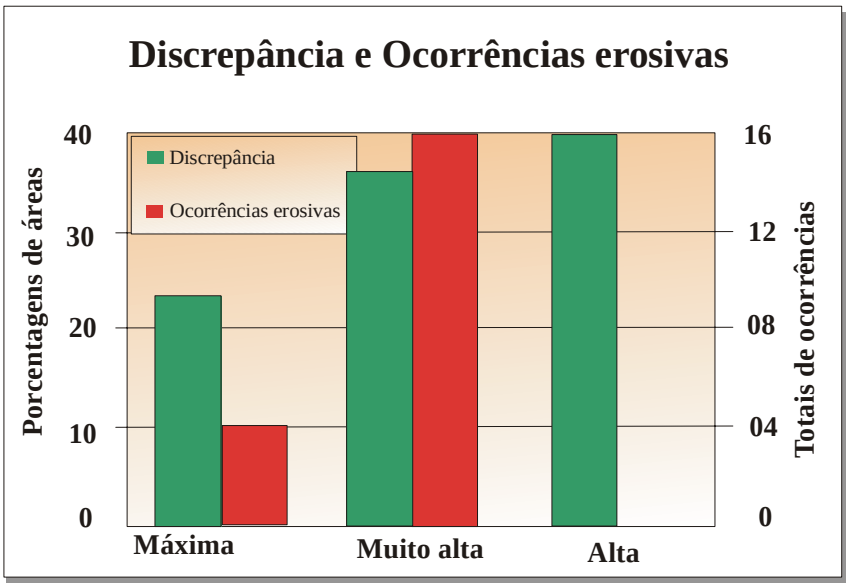


FIGURA 40 - DISCREPÂNCIA ENTRE CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS E USO ATUAL - NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Máximo - áreas onde o uso é incompatível com a capacidade de uso das terras, e que apresentam altos índices de ocorrências erosivas.
Muito Alto - áreas onde existem incompatibilidade entre o uso e a capacidade de uso, mas por fatores como consórcio entre agricultura e pastagem e/ou apresentar menor declive, não se enquadrarm no grau máximo e que apresentam médios índices de ocorrências erosivas.
Alto - áreas que apresentam menor nível de discrepância, sendo estas de menor declive e classificadas na capacidade de uso como terras aptas para o cultivo, havendo restrições uma vez que existe desrespeito a legislação ambiental e que apresentam baixos índices de ocorrências erosivas.
Limite entre as áreas A, B e C
Hidrografia
Estradas pavimentadas
Erosão
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: - Barbalho, 2001; Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Imbituba, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
MINEIROS
BAUS
A
B
C
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
Cristalina
Santa Helena
Nascente 1
Nascente 2
Araguaina
Araguaina A
Araguaina B
Rodovia A
Rodovia B
Rodovia 4
Rodovia 5
Rodovia 6
Rodovia 7
Rodovia 8
Rodovia 9
Rodovia 10
Rodovia 11
Rodovia 12
Rodovia 13
Rodovia 14
Rodovia 15
Rodovia 16
Rodovia 17
Rodovia 18
Rodovia 19
Rodovia 20
Rodovia 21
Rodovia 22
Rodovia 23
Rodovia 24
Rodovia 25
Rodovia 26
Rodovia 27
Rodovia 28
Rodovia 29
Rodovia 30
Rodovia 31
Rodovia 32
Rodovia 33
Rodovia 34
Rodovia 35
Rodovia 36
Rodovia 37
Rodovia 38
Rodovia 39
Rodovia 40
Rodovia 41
Rodovia 42
Rodovia 43
Rodovia 44
Rodovia 45
Rodovia 46
Rodovia 47
Rodovia 48
Rodovia 49
Rodovia 50
Rodovia 51
Rodovia 52
Rodovia 53
Rodovia 54
Rodovia 55
Rodovia 56
Rodovia 57
Rodovia 58
Rodovia 59
Rodovia 60
Rodovia 61
Rodovia 62
Rodovia 63
Rodovia 64
Rodovia 65
Rodovia 66
Rodovia 67
Rodovia 68
Rodovia 69
Rodovia 70
Rodovia 71
Rodovia 72
Rodovia 73
Rodovia 74
Rodovia 75
Rodovia 76
Rodovia 77
Rodovia 78
Rodovia 79
Rodovia 80
Rodovia 81
Rodovia 82
Rodovia 83
Rodovia 84
Rodovia 85
Rodovia 86
Rodovia 87
Rodovia 88
Rodovia 89
Rodovia 90
Rodovia 91
Rodovia 92
Rodovia 93
Rodovia 94
Rodovia 95
Rodovia 96
Rodovia 97
Rodovia 98
Rodovia 99
Rodovia 100
Rodovia 101
Rodovia 102
Rodovia 103
Rodovia 104
Rodovia 105
Rodovia 106
Rodovia 107
Rodovia 108
Rodovia 109
Rodovia 110
Rodovia 111
Rodovia 112
Rodovia 113
Rodovia 114
Rodovia 115
Rodovia 116
Rodovia 117
Rodovia 118
Rodovia 119
Rodovia 120
Rodovia 121
Rodovia 122
Rodovia 123
Rodovia 124
Rodovia 125
Rodovia 126
Rodovia 127
Rodovia 128
Rodovia 129
Rodovia 130
Rodovia 131
Rodovia 132
Rodovia 133
Rodovia 134
Rodovia 135
Rodovia 136
Rodovia 137
Rodovia 138
Rodovia 139
Rodovia 140
Rodovia 141
Rodovia 142
Rodovia 143
Rodovia 144
Rodovia 145
Rodovia 146
Rodovia 147
Rodovia 148
Rodovia 149
Rodovia 150
Rodovia 151
Rodovia 152
Rodovia 153
Rodovia 154
Rodovia 155
Rodovia 156
Rodovia 157
Rodovia 158
Rodovia 159
Rodovia 160
Rodovia 161
Rodovia 162
Rodovia 163
Rodovia 164
Rodovia 165
Rodovia 166
Rodovia 167
Rodovia 168
Rodovia 169
Rodovia 170
Rodovia 171
Rodovia 172
Rodovia 173
Rodovia 174
Rodovia 175
Rodovia 176
Rodovia 177
Rodovia 178
Rodovia 179
Rodovia 180
Rodovia 181
Rodovia 182
Rodovia 183
Rodovia 184
Rodovia 185
Rodovia 186
Rodovia 187
Rodovia 188
Rodovia 189
Rodovia 190
Rodovia 191
Rodovia 192
Rodovia 193
Rodovia 194
Rodovia 195
Rodovia 196
Rodovia 197
Rodovia 198
Rodovia 199
Rodovia 200
Rodovia 201
Rodovia 202
Rodovia 203
Rodovia 204
Rodovia 205
Rodovia 206
Rodovia 207
Rodovia 208
Rodovia 209
Rodovia 210
Rodovia 211
Rodovia 212
Rodovia 213
Rodovia 214
Rodovia 215
Rodovia 216
Rodovia 217
Rodovia 218
Rodovia 219
Rodovia 220
Rodovia 221
Rodovia 222
Rodovia 223
Rodovia 224
Rodovia 225
Rodovia 226
Rodovia 227
Rodovia 228
Rodovia 229
Rodovia 230
Rodovia 231
Rodovia 232
Rodovia 233
Rodovia 234
Rodovia 235
Rodovia 236
Rodovia 237
Rodovia 238
Rodovia 239
Rodovia 240
Rodovia 241
Rodovia 242
Rodovia 243
Rodovia 244
Rodovia 245
Rodovia 246
Rodovia 247
Rodovia 248
Rodovia 249
Rodovia 250
Rodovia 251
Rodovia 252
Rodovia 253
Rodovia 254
Rodovia 255
Rodovia 256
Rodovia 257
Rodovia 258
Rodovia 259
Rodovia 260
Rodovia 261
Rodovia 262
Rodovia 263
Rodovia 264
Rodovia 265
Rodovia 266
Rodovia 267
Rodovia 268
Rodovia 269
Rodovia 270
Rodovia 271
Rodovia 272
Rodovia 273
Rodovia 274
Rodovia 275
Rodovia 276
Rodovia 277
Rodovia 278
Rodovia 279
Rodovia 280
Rodovia 281
Rodovia 282
Rodovia 283
Rodovia 284
Rodovia 285
Rodovia 286
Rodovia 287
Rodovia 288
Rodovia 289
Rodovia 290
Rodovia 291
Rodovia 292
Rodovia 293
Rodovia 294
Rodovia 295
Rodovia 296
Rodovia 297
Rodovia 298
Rodovia 299
Rodovia 300
Rodovia 301
Rodovia 302
Rodovia 303
Rodovia 304
Rodovia 305
Rodovia 306
Rodovia 307
Rodovia 308
Rodovia 309
Rodovia 310
Rodovia 311
Rodovia 312
Rodovia 313
Rodovia 314
Rodovia 315
Rodovia 316
Rodovia 317
Rodovia 318
Rodovia 319
Rodovia 320
Rodovia 321
Rodovia 322
Rodovia 323
Rodovia 324
Rodovia 325
Rodovia 326
Rodovia 327
Rodovia 328
Rodovia 329
Rodovia 330
Rodovia 331
Rodovia 332
Rodovia 333
Rodovia 334
Rodovia 335
Rodovia 336
Rodovia 337
Rodovia 338
Rodovia 339
Rodovia 340
Rodovia 341
Rodovia 342
Rodovia 343
Rodovia 344
Rodovia 345
Rodovia 346
Rodovia 347
Rodovia 348
Rodovia 349
Rodovia 350
Rodovia 351
Rodovia 352
Rodovia 353
Rodovia 354
Rodovia 355
Rodovia 356
Rodovia 357
Rodovia 358
Rodovia 359
Rodovia 360
Rodovia 361
Rodovia 362
Rodovia 363
Rodovia 364
Rodovia 365
Rodovia 366
Rodovia 367
Rodovia 368
Rodovia 369
Rodovia 370
Rodovia 371
Rodovia 372
Rodovia 373
Rodovia 374
Rodovia 375
Rodovia 376
Rodovia 377
Rodovia 378
Rodovia 379
Rodovia 380
Rodovia 381
Rodovia 382
Rodovia 383
Rodovia 384
Rodovia 385
Rodovia 386
Rodovia 387
Rodovia 388
Rodovia 389
Rodovia 390
Rodovia 391
Rodovia 392
Rodovia 393
Rodovia 394
Rodovia 395
Rodovia 396
Rodovia 397
Rodovia 398
Rodovia 399
Rodovia 400
Rodovia 401
Rodovia 402
Rodovia 403
Rodovia 404
Rodovia 405
Rodovia 406
Rodovia 407
Rodovia 408
Rodovia 409
Rodovia 410
Rodovia 411
Rodovia 412
Rodovia 413
Rodovia 414
Rodovia 415
Rodovia 416
Rodovia 417
Rodovia 418
Rodovia 419
Rodovia 420
Rodovia 421
Rodovia 422
Rodovia 423
Rodovia 424
Rodovia 425
Rodovia 426
Rodovia 427
Rodovia 428
Rodovia 429
Rodovia 430
Rodovia 431
Rodovia 432
Rodovia 433
Rodovia 434
Rodovia 435
Rodovia 436
Rodovia 437
Rodovia 438
Rodovia 439
Rodovia 440
Rodovia 441
Rodovia 442
Rodovia 443
Rodovia 444
Rodovia 445
Rodovia 446
Rodovia 447
Rodovia 448
Rodovia 449
Rodovia 450
Rodovia 451
Rodovia 452
Rodovia 453
Rodovia 454
Rodovia 455
Rodovia 456
Rodovia 457
Rodovia 458
Rodovia 459
Rodovia 460
Rodovia 461
Rodovia 462
Rodovia 463
Rodovia 464
Rodovia 465
Rodovia 466
Rodovia 467
Rodovia 468
Rodovia 469
Rodovia 470
Rodovia 471
Rodovia 472
Rodovia 473
Rodovia 474
Rodovia 475
Rodovia 476
Rodovia 477
Rodovia 478
Rodovia 479
Rodovia 480
Rodovia 481
Rodovia 482
Rodovia 483
Rodovia 484
Rodovia 485
Rodovia 486
Rodovia 487
Rodovia 488
Rodovia 489
Rodovia 490
Rodovia 491
Rodovia 492
Rodovia 493
Rodovia 494
Rodovia 495
Rodovia 496
Rodovia 497
Rodovia 498
Rodovia 499
Rodovia 500
Rodovia 501
Rodovia 502
Rodovia 503
Rodovia 504
Rodovia 505
Rodovia 506
Rodovia 507
Rodovia 508
Rodovia 509
Rodovia 510
Rodovia 511
Rodovia 512
Rodovia 513
Rodovia 514
Rodovia 515
Rodovia 516
Rodovia 517
Rodovia 518
Rodovia 519
Rodovia 520
Rodovia 521
Rodovia 522
Rodovia 523
Rodovia 524
Rodovia 525
Rodovia 526
Rodovia 527
Rodovia 528
Rodovia 529
Rodovia 530
Rodovia 531
Rodovia 532
Rodovia 533
Rodovia 534
Rodovia 535
Rodovia 536
Rodovia 537
Rodovia 538
Rodovia 539
Rodovia 540
Rodovia 541
Rodovia 542
Rodovia 543
Rodovia 544
Rodovia 545
Rodovia 546
Rodovia 547
Rodovia 548
Rodovia 549
Rodovia 550
Rodovia 551
Rodovia 552
Rodovia 553
Rodovia 554
Rodovia 555
Rodovia 556
Rodovia 557
Rodovia 558
Rodovia 559
Rodovia 560
Rodovia 561
Rodovia 562
Rodovia 563
Rodovia 564
Rodovia 565
Rodovia 566
Rodovia 567
Rodovia 568
Rodovia 569
Rodovia 570
Rodovia 571
Rodovia 572
Rodovia 573
Rodovia 574
Rodovia 575
Rodovia 576
Rodovia 577
Rodovia 578
Rodovia 579
Rodovia 580
Rodovia 581
Rodovia 582
Rodovia 583
Rodovia 584
Rodovia 585
Rodovia 586
Rodovia 587
Rodovia 588
Rodovia 589
Rodovia 590
Rodovia 591
Rodovia 592
Rodovia 593
Rodovia 594
Rodovia 595
Rodovia 596
Rodovia 597
Rodovia 598
Rodovia 599
Rodovia 600
Rodovia 601
Rodovia 602
Rodovia 603
Rodovia 604
Rodovia 605
Rodovia 606
Rodovia 607
Rodovia 608
Rodovia 609
Rodovia 610
Rodovia 611
Rodovia 612
Rodovia 613
Rodovia 614
Rodovia 615
Rodovia 616
Rodovia 617
Rodovia 618
Rodovia 619
Rodovia 620
Rodovia 621
Rodovia 622
Rodovia 623
Rodovia 624
Rodovia 625
Rodovia 626
Rodovia 627
Rodovia 628
Rodovia 629
Rodovia 630
Rodovia 631
Rodovia 632
Rodovia 633
Rodovia 634
Rodovia 635
Rodovia 636
Rodovia 637
Rodovia 638
Rodovia 639
Rodovia 640
Rodovia 641
Rodovia 642
Rodovia 643
Rodovia 644
Rodovia 645
Rodovia 646
Rodovia 647
Rodovia 648
Rodovia 649
Rodovia 650
Rodovia 651
Rodovia 652
Rodovia 653
Rodovia 654
Rodovia 655
Rodovia 656
Rodovia 657
Rodovia 658
Rodovia 659
Rodovia 660
Rodovia 661
Rodovia 662
Rodovia 663
Rodovia 664
Rodovia 665
Rodovia 666
Rodovia 667
Rodovia 668
Rodovia 669
Rodovia 670
Rodovia 671
Rodovia 672
Rodovia 673
Rodovia 674
Rodovia 675
Rodovia 676
Rodovia 677
Rodovia 678
Rodovia 679
Rodovia 680
Rodovia 681
Rodovia 682
Rodovia 683
Rodovia 684
Rodovia 685
Rodovia 686
Rodovia 687
Rodovia 688
Rodovia 689
Rodovia 690
Rodovia 691
Rodovia 692
Rodovia 693
Rodovia 694
Rodovia 695
Rodovia 696
Rodovia 697
Rodovia 698
Rodovia 699
Rodovia 700
Rodovia 701
Rodovia 702
Rodovia 703
Rodovia 704
Rodovia 705
Rodovia 706
Rodovia 707
Rodovia 708
Rodovia 709
Rodovia 710
Rodovia 711
Rodovia 712
Rodovia 713
Rodovia 714
Rodovia 715
Rodovia 716
Rodovia 717
Rodovia 718
Rodovia 719
Rodovia 720
Rodovia 721
Rodovia 722
Rodovia 723
Rodovia 724
Rodovia 725
Rodovia 726
Rodovia 727
Rodovia 728
Rodovia 729
Rodovia 730
Rodovia 731
Rodovia 732
Rodovia 733
Rodovia 734
Rodovia 735
Rodovia 736
Rodovia 737
Rodovia 738
Rodovia 739
Rodovia 740
Rodovia 741
Rodovia 742
Rodovia 743
Rodovia 744
Rodovia 745
Rodovia 746
Rodovia 747
Rodovia 748
Rodovia 749
Rodovia 750
Rodovia 751
Rodovia 752
Rodovia 753
Rodovia 754
Rodovia 755
Rodovia 756
Rodovia 757
Rodovia 758
Rodovia 759
Rodovia 760
Rodovia 761
Rodovia 762
Rodovia 763
Rodovia 764
Rodovia 765
Rodovia 766
Rodovia 767
Rodovia 768
Rodovia 769
Rodovia 770
Rodovia 771
Rodovia 772
Rodovia 773
Rodovia 774
Rodovia 775
Rodovia 776
Rodovia 777
Rodovia 778
Rodovia 779
Rodovia 780
Rodovia 781
Rodovia 782
Rodovia 783
Rodovia 784
Rodovia 785
Rodovia 786
Rodovia 787
Rodovia 788
Rodovia 789
Rodovia 790
Rodovia 791
Rodovia 792
Rodovia 793
Rodovia 794
Rodovia 795
Rodovia 796
Rodovia 797
Rodovia 798
Rodovia 799
Rodovia 800
Rodovia 801
Rodovia 802
Rodovia 803
Rodovia 804
Rodovia 805
Rodovia 806
Rodovia 807
Rodovia 808
Rodovia 809
Rodovia 810
Rodovia 811
Rodovia 812
Rodovia 813
Rodovia 814
Rodovia 815
Rodovia 816
Rodovia 817
Rodovia 818
Rodovia 819
Rodovia 820
Rodovia 821
Rodovia 822
Rodovia 823
Rodovia 824
Rodovia 825
Rodovia 826
Rodovia 827
Rodovia 828
Rodovia 829
Rodovia 830
Rodovia 831
Rodovia 832
Rodovia 833
Rodovia 834
Rodovia 835
Rodovia 836
Rodovia 837
Rodovia 838
Rodovia 839
Rodovia 840
Rodovia 841
Rodovia 842
Rodovia 843
Rodovia 844
Rodovia 845
Rodovia 846
Rodovia 847
Rodovia 848
Rodovia 849
Rodovia 850
Rodovia 851
Rodovia 852
Rodovia 853
Rodovia 854
Rodovia 855
Rodovia 856
Rodovia 857
Rodovia 858
Rodovia 859
Rodovia 860
Rodovia 861
Rodovia 862
Rodovia 863
Rodovia 864
Rodovia 865
Rodovia 866
Rodovia 867
Rodovia 868
Rodovia 869
Rodovia 870
Rodovia 871
Rodovia 872
Rodovia 873
Rodovia 874
Rodovia 875
Rodovia 876
Rodovia 877
Rodovia 878
Rodovia 879
Rodovia 880
Rodovia 881
Rodovia 882
Rodovia 883
Rodovia 884
Rodovia 885
Rodovia 886
Rodovia 887
Rodovia 888
Rodovia 889
Rodovia 890
Rodovia 891
Rodovia 892
Rodovia 893
Rodovia 894
Rodovia 895
Rodovia 896
Rodovia 897
Rodovia 898
Rodovia 899
Rodovia 900
Rodovia 901
Rodovia 902
Rodovia 903
Rodovia 904
Rodovia 905
Rodovia 906
Rodovia 907
Rodovia 908
Rodovia 909
Rodovia 910
Rodovia 911
Rodovia 912
Rodovia 913
Rodovia 914
Rodovia 915
Rodovia 916
Rodovia 917
Rodovia 918
Rodovia 919
Rodovia 920
Rodovia 921
Rodovia 922
Rodovia 923
Rodovia 924
Rodovia 925
Rodovia 926
Rodovia 927
Rodovia 928
Rodovia 929
Rodovia 930
Rodovia 931
Rodovia 932
Rodovia 933
Rodovia 934
Rodovia 935
Rodovia 936
Rodovia 937
Rodovia 938
Rodovia 939
Rodovia 940
Rodovia 941
Rodovia 942
Rodovia 943
Rodovia 944
Rodovia 945
Rodovia 946
Rodovia 947
Rodovia 948
Rodovia 949
Rodovia 950
Rodovia 951
Rodovia 952
Rodovia 953
Rodovia 954
Rodovia 955
Rodovia 956
Rodovia 957
Rodovia 958
Rodovia 959
Rodovia 960
Rodovia 961
Rodovia 962
Rodovia 963
Rodovia 964
Rodovia 965
Rodovia 966
Rodovia 967
Rodovia 968
Rodovia 969
Rodovia 970
Rodovia 971
Rodovia 972
Rodovia 973
Rodovia 974
Rodovia 975
Rodovia 976
Rodovia 977
Rodovia 978
Rodovia 979
Rodovia 980
Rodovia 981
Rodovia 982
Rodovia 983
Rodovia 984
Rodovia 985
Rodovia 986
Rodovia 987
Rodovia 988
Rodovia 989
Rodovia 990
Rodovia 991
Rodovia 992
Rodovia 993
Rodovia 994
Rodovia 995
Rodovia 996
Rodovia 997
Rodovia 998
Rodovia 999
Rodovia 1000
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF

A Figura 41 abaixo mostra as porcentagens de áreas conflitantes e os totais de ocorrências erosivas.




Pela figura pode-se perceber que os focos erosivos concentram-se notavelmente na área de discrepância muito alta (80%), seguida da máxima (20%), que juntas somam o total de focos (20) da área.

### 7.5 Manejo das Terras 2003

Metodologia

O Mapa de Manejo das Terras (Figura 42) tem por finalidade apresentar as práticas de manejo de caráter mecânico, levando-se em consideração informações obtidas através de trabalhos de campo realizados no mês de Novembro de 2003, pela equipe SEMARH/IESA, com auxílio da imagem satélite Landsat 7 ETM+, composição colorida RGB/543 de Abril do mesmo ano, já comentada. A delimitação de cada área foi feita diretamente sobre a imagem analógica em campo, em função de cotamentos em cada propriedade. Posteriormente, esses limites foram transpostos para a carta base topográfica. A legenda adotada foi função direta da observação de campo, tal como reconhecida e expressa no mapa, a saber:

1. Áreas com práticas conservacionistas tipo terraço
2. Áreas com práticas conservacionistas tipo curvas de nível
3. Áreas sem práticas conservacionistas
4. Áreas que deveriam ser destinadas à preservação permanente.
5. Áreas com matas ciliares

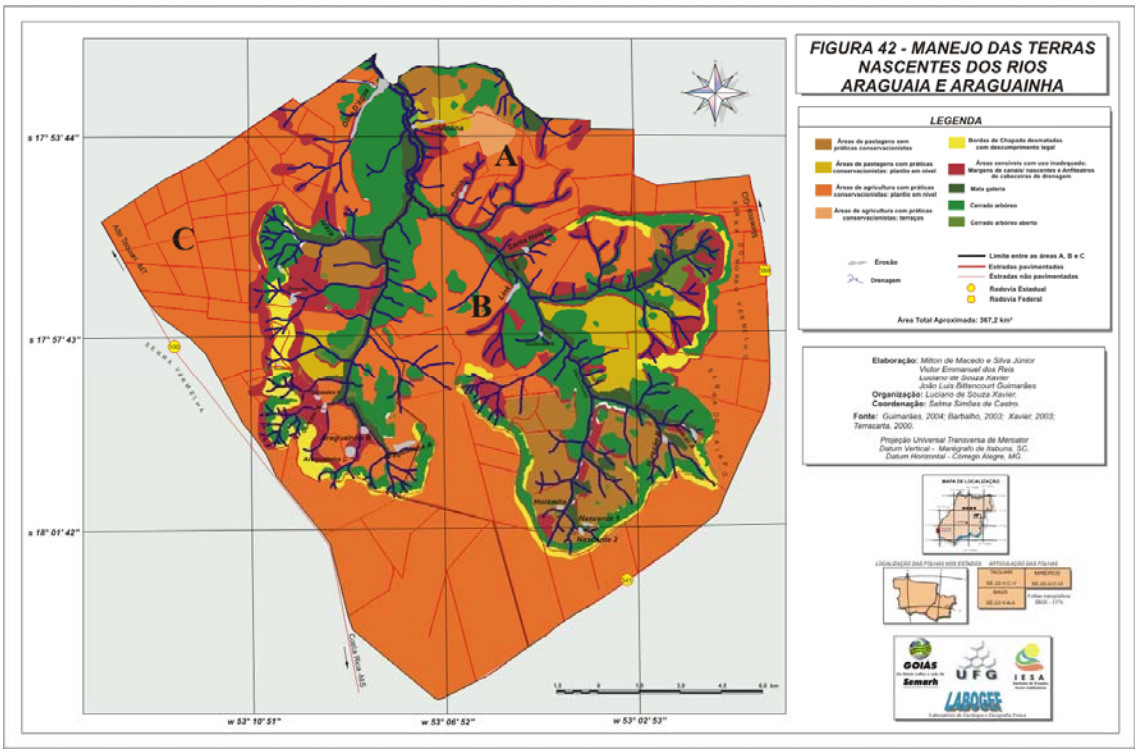


FIGURA 42 - MANEJO DAS TERRAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Áreas de pastagens sem práticas conservacionistas
Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível
Áreas de agricultura com práticas conservacionistas: plantio em nível
Áreas de agricultura com práticas conservacionistas: terraços
Bordas de Chapada desmatadas com descumprimento legal
Áreas servidoras com uso inadequado: Margens de canais/ nascentes e Anfiteatros de cabeceiras de drenagem
Mata galeria
Cerrado arbóreo
Cerrado arbóreo aberto
Erosão
Drenagem
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração: Milton de Macedo e Silva Júnior
Victor Emmanuel dos Reis
Luciano de Souza Xavier
João Luiz Bittencourt Guimarães
Organização: Luciano de Souza Xavier.
Coordenação: Selma Simões de Castro.
Fonte: Guimarães, 2004; Barbalho, 2003; Xavier, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itaguna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
A
B
C
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF

Resultados e Discussões

Como se pode observar no mapa, predominam as práticas de manejo que utilizam espaçamentos estruturais de terraços em nível, comumente conhecidos por *murunduns*. As curvas são visíveis por todas as áreas de cultura, porém nem sempre estão em acordo com algumas características que o ambiente oferece, ou seja, muitas vezes não se consideram as técnicas que levam em consideração fatores como solo, declividade e formas do relevo para o estabelecimento de espaçamentos adequados entre as curvas. No que se refere à área das nascentes dos rios Araguaia e Araguainha, verifica-se que algumas práticas de terraços em nível encontram-se em solos arenosos de declividades variadas e que necessitam uma adequação, principalmente sob o ponto de vista das suas aptidões agrícolas.

Com relação às áreas de pastagens, a proporção de áreas manejadas é nitidamente menor que nas áreas de cultura. Algumas áreas destinadas ao uso de pastagens ocorrem sobre solos arenosos, com declividades superiores a 12% e sem nenhum tipo de prática conservacionista de manejo, em área de criação extensiva. O uso de terraços em nível aparece em grande parte nas terras goianas, sobretudo nos interflúvios do córrego Queixada.

As demais áreas demarcadas no mapa e que não se referem às práticas de manejo, referem-se às áreas de vegetação remanescente, que não têm uso agropecuário; e às áreas com uso inadequado, seja em bordas de chapadas ou áreas sensíveis, tais como fundo de vales, canais de drenagens e nascentes de córregos, que estão desmatadas, as quais conduzem, assim, à recomendação para recuperação dessas áreas, que, de acordo com o código florestal federal e estaduais (GO,MT), deveriam ser preservadas.

Percebe-se nitidamente que a maioria dos focos erosivos concentram-se nas áreas de pastagem sem práticas conservacionistas onde ocorrem 7 erosões correspondendo a 35% do total e nas áreas com agricultura com plantio em nível, onde ocorrem 9 erosões correspondendo a 45% do total. Juntas essas duas áreas somam 80% dos focos. A Tabela 18 a seguir resume o exposto.

**Tabela 18 – Cálculo das Áreas de Manejo 2003**

| | km² | % (área) | Focos Erosivos | % (focos) |
|---|---|---|---|---|
| Pastagens sem práticas conservacionistas | 20,22 | 5,51 | 7 | 35 |
| Pastagens com práticas: Plantio em nível | 18,65 | 5,08 | - | - |
| Áreas de agricultura com plantio em nível | 229,03 | 62,36 | 9 | 45 |
| Áreas de agricultura com plantio em terraço | 2,24 | 0,61 | - | - |
| Bordas de chapada desmatadas | 9,43 | 2,57 | - | - |
| Áreas sensíveis com uso inadequado | 11,98 | 3,26 | - | - |
| Áreas preservadas | 75,71 | 20,61 | 4 | 20 |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100** | **20** | **100** |

# AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS, SITUAÇÃO AMBIENTAL E EROSÃO

## 1. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DAS PROPRIEDADES RURAIS E EROSÃO

### 1.1 Fazenda Chitolina (Jacuba)

A Fazenda Chitolina (Figura 43), com aproximadamente 816,32 ha, está localizada na zona rebaixada sobre litologia arenitica da Formação Botucatu em Superfícies Rebaixadas onde predominam relevos convexos com rampas longas. As áreas concavizadas resumem-se aos canais de drenagens existentes nessa fazenda, destacando-se o Rio Araguaia. A topografia varia entre menos de 750 e 795 metros de altitude com declives dominantes variando entre 3 e 10%.

Com relação aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos da zona rebaixada em áreas muito suscetíveis a ravinas e pouco a voçorocas e os Latossolos Vermelho-Amarelo das bordas das Chapadas. As áreas de pastagens predominam em quase toda a fazenda. Quanto ao grau de risco aos processos erosivos lineares, praticamente toda área da fazenda encontra-se em risco do tipo alto. Foi cadastrada 1 ocorrência erosiva na área de fazenda (Erosão Chitolina).

### 1.2 Fazenda Fries I

Com cerca de 577,78 ha, nessa fazenda (Figura 44) distingue-se da anterior pelos relevos que variam em suas formas, predominando as formas convexizadas e concavizadas e pela topografia que se mostra variando entre 750 e 850 metros de altitude e os declives entre entre 3 e 7%.

Quantos aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos em áreas onde a suscetibilidade à erosão linear varia entre moderadamente a muito suscetíveis a ravinas e voçorocas. A área da fazenda, quanto ao uso das terras, divide-se entre a agricultura e pecuária, e o grau de risco em toda sua área é alto. Não há ocorrência erosiva do tipo voçoroca.

**FIGURA 43 - FAZENDA CHITOLINA**

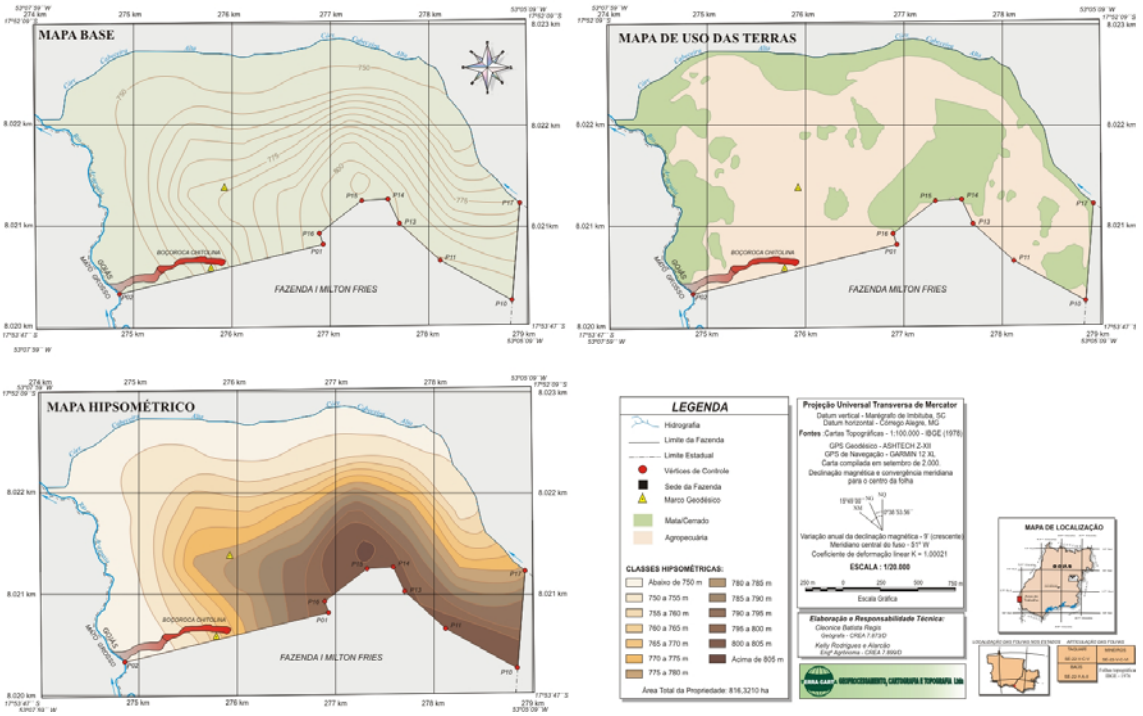
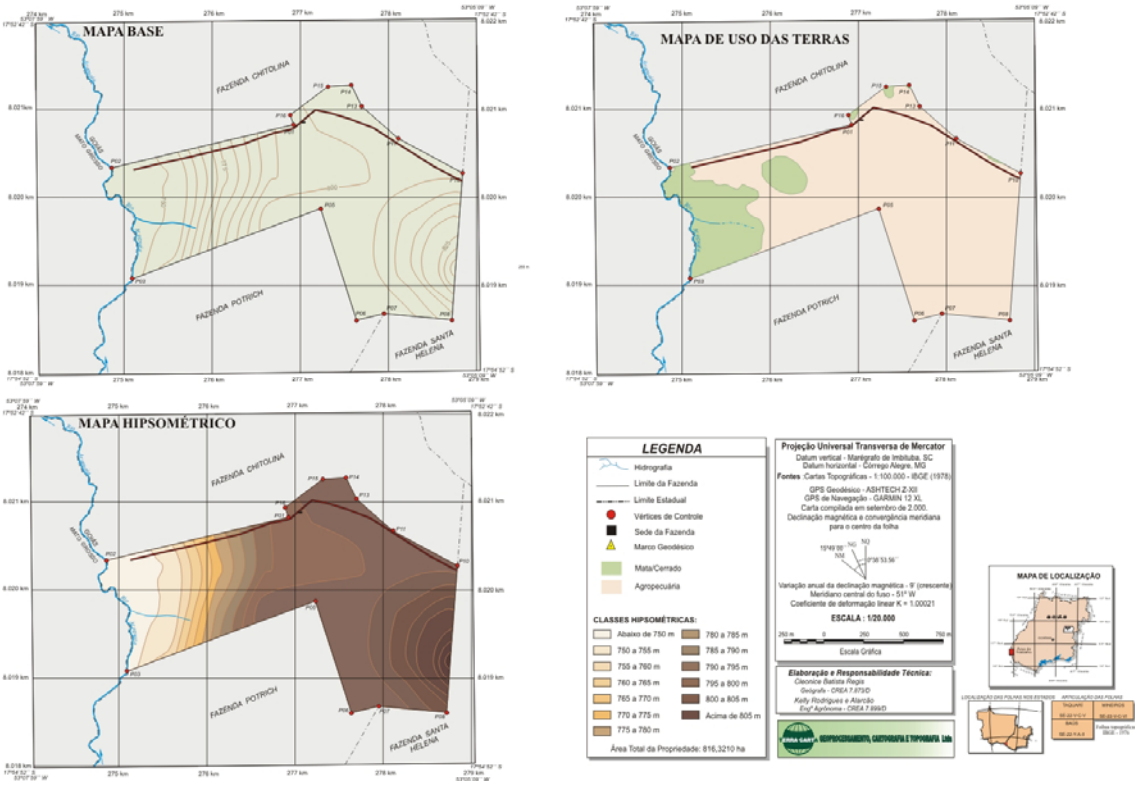


**FIGURA 44 - FAZENDA I MILTON FRIES**



### 1.3 Fazenda Potrich

A Fazenda Potrich (Figura 45) possui aproximadamente 629,05 ha e localiza-se na zona rebaixada em litologia da Formação Botucatu em Superfícies Rebaixadas e relevos que variam em suas formas, predominando as formas convexizadas e concavizadas. As áreas concavizadas resumem-se ao vale côncavo no Rio Araguaia. As altitudes variam entre 750 e 805 metros com declives dominantes variando entre 3 e 10%.

Com relação aos solos, predomina o Neossolo Quartzarênico em áreas cuja suscetibilidade varia de moderada a muito suscetível a ravinas e voçorocas. Apresenta também área de suscetibilidade classificada como extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas. Quanto ao uso das terras toda área da fazenda destina-se a agricultura. As classes de risco nessa fazenda variam entre risco alto e risco iminente e foi cadastrada uma ocorrência erosiva (Erosão Potrich).

### 1.4 Fazenda Santa Helena

A Fazenda Santa Helena (Figura 46) possui aproximadamente 2006,66 ha, está localizada em litologias da Formação Botucatu e das Coberturas Datrito-Lateríticas e Quartenárias Indiferenciadas. Correspondentes às formas de Chapada e à Zona Rebaixada, com predominância de relevos convexos em rampas longas e também de áreas com predominância de relevos planos e com variando entre 2 e 8%. (Topo de Chapada)

Com relação aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos e os Latossolos Vermelho-Amarelo nas Superfícies Rebaixadas, enquanto que nas áreas de chapada dominam os Latossolos Vermelho-Escuro. A suscetibilidade nas partes mais baixas é dominada pelas classes muito suscetíveis e extremamente suscetíveis, enquanto que nas partes de Chapada as áreas mostram-se não suscetíveis a ravinas e voçorocas. A área da fazenda encontra-se dividida quanto ao grau de risco à erosão, sendo o risco baixo relacionado às áreas de Chapada e de risco alto no seu restante e possui uma ocorrência erosiva cadastrada. (Erosão Santa Helena)

**FIGURA 45 - FAZENDA POTRICH**

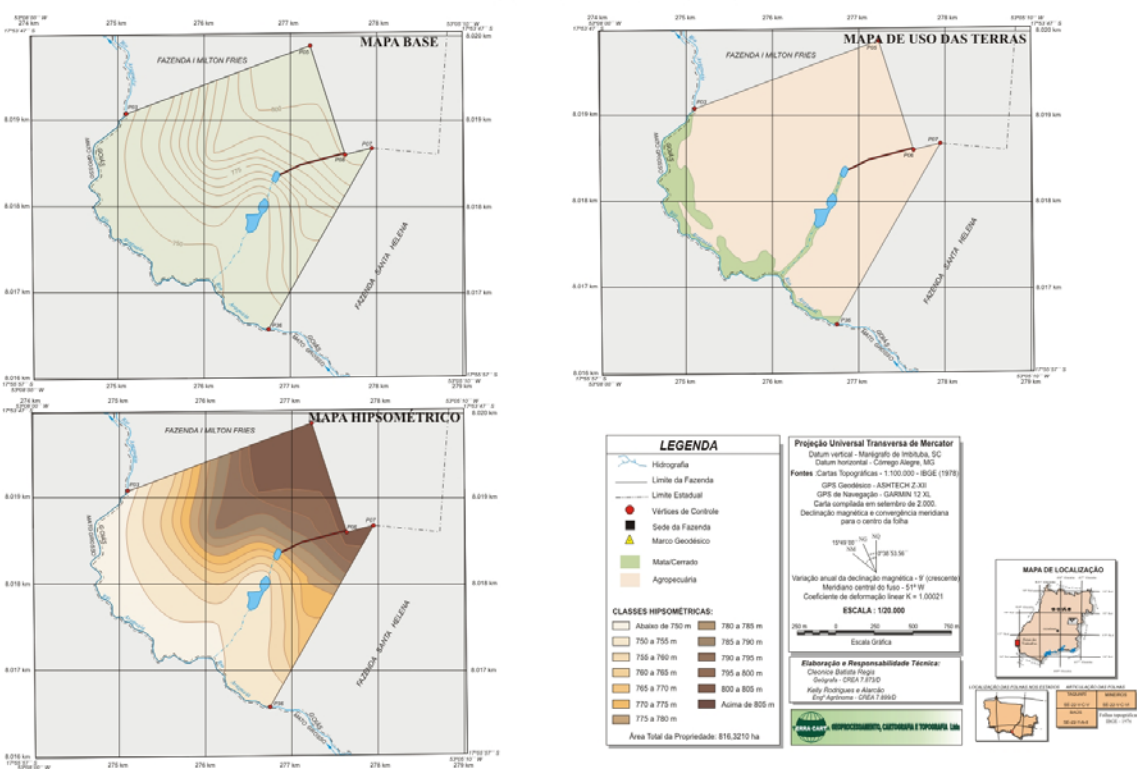
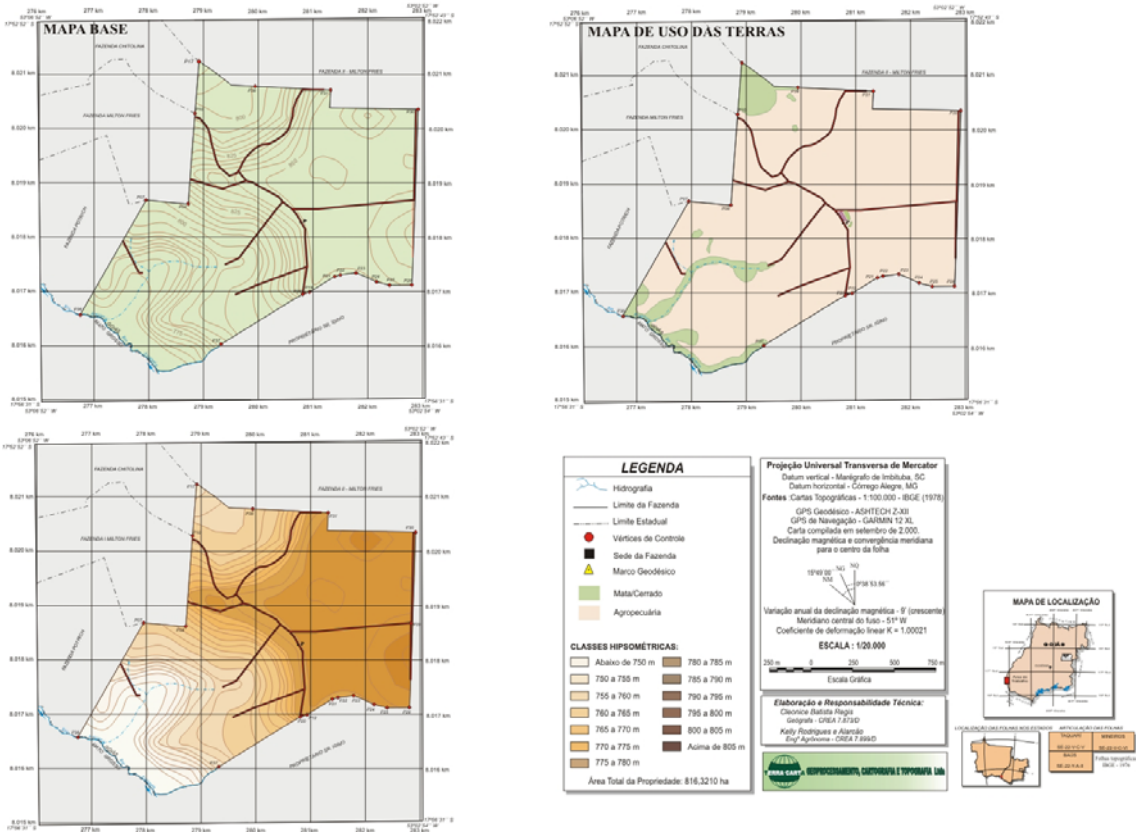


**FIGURA 46 - FAZENDA SANTA HELENA**



### 1.5 Fazenda Fries II

Essa fazenda (Figura 47) possui cerca de 393,95 ha. Tem como litologia a predominância da Formação Botucatu e em menor quantidade aparece a Formação Serra Geral. Na zona rebaixada predominam em relevos côncavos nas partes mais baixas da fazenda, e apresentam-se ainda algumas faixas de escarpas erosivas (Formação Serra Geral). As áreas concavizadas resumem-se aos canais de drenagens. A altitude varia entre menos de 750 e 800 metros com declives dominantes variando entre 3 e 10%.

Com relação aos solos predominam os Neossolos Quartzarênicos na zona rebaixada e os Latossolos Vermelho-Amarelo junto às escarpas erosivas. Quanto à suscetibilidade, predomina a classe muito suscetível a ravina. Em pequenas quantidades aparece a classe extremamente suscetível a ravina e voçoroca. Praticamente toda área da fazenda encontra-se em graus de risco dos tipos alto e iminente, mas não há focos de grande porte registrados.

### 1.6 Fazenda Jaboticaba

Com aproximadamente 2660,06 ha, essa fazenda (Figura 48) possui litologia diversificada entre as Formações Botucatu e Serra Geral, além da presença das Coberturas Detrito-Lateríticas e de Sedimentos Inconsolidados acentados sobre relevos predominantemente de zona rebaixada e de Superfície Pediplanada (Chapada). Aparecem ainda as Superfícies de Acumulação e as Formas Escarpadas em menores quantidades. Quanto aos tipos de relevo, predominam em relevos concavizados e os vales côncavos além das nascentes em formas de anfiteatros e escarpas erosivas. A topografia varia entre menos de 750 e acima dos 800 metros de altitude com declives que variam entre 3 e 12%.

Nessa fazenda predominam os Neossolos Quartzarênicos nas Superfícies Rebaixadas e o Latossolos Vermelho Escuro na Chapada. Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos e Gleissolos Húmicos margeiam alguns canais de drenagem. Quanto ao uso das terras, predomina a agricultura sobre a pecuária, além de aparecerem manchas de áreas com vegetação remanescente e matas ciliares. No entanto, as classes de suscetibilidade à erosão variam de extremamente suscetíveis, a muito e moderadamente suscetíveis a ravinas e voçorocas. Apenas nas partes mais

planas (chapada) que a classe de suscetibilidade mostra-se como sendo baixa. As classes de risco, do mesmo modo que as de suscetibilidade, predominam como sendo de alto risco e risco iminente, ficando apenas as partes mais planas como de baixo risco, mas não há indícios de focos erosivos de grande porte na área.

### 1.7 Fazenda F. Trentrin

Com aproximadamente 1282,34 ha a Fazenda Trentrin (Figura 49) possui características ambientais físicas muito semelhantes à Fazenda Jaboticaba, já descrita. Portanto, possui litologia diversificada entre as Formações Botucatu e Serra Geral, além da presença das Coberturas Detrito-Lateríticas e de Sedimentos Inconsolidados assentados sobre relevos diferenciados: Superfícies Rebaixadas (Zonas Rebaixadas), de Superfície Pediplanada (Chapada) e de Formas Escarpadas. Predominam relevos concavizados e os vales côncavos além das nascentes em formas de anfiteatros e escarpas erosivas. A altitudes variam entre menos de 750 e mais de 800 metros de altitude com declives que variam entre 3 e 12%.

Quanto aos solos, os Neossolos Quartzarênicos dominamnas Superfícies Rebaixadas e o Latossolos Vermelho Escuro na Chapada são predominantes. Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos e Gleissolos Húmicos margeiam os canais de drenagem. Quanto ao uso das terras predomina a pecuária em toda área da fazenda. As classes de suscetibilidade à erosão variam entre moderadamente a extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas. As classes de risco são predominadas pelas de alto risco e risco iminente.

**FIGURA 47 - FAZENDA II MILTON FRIES**

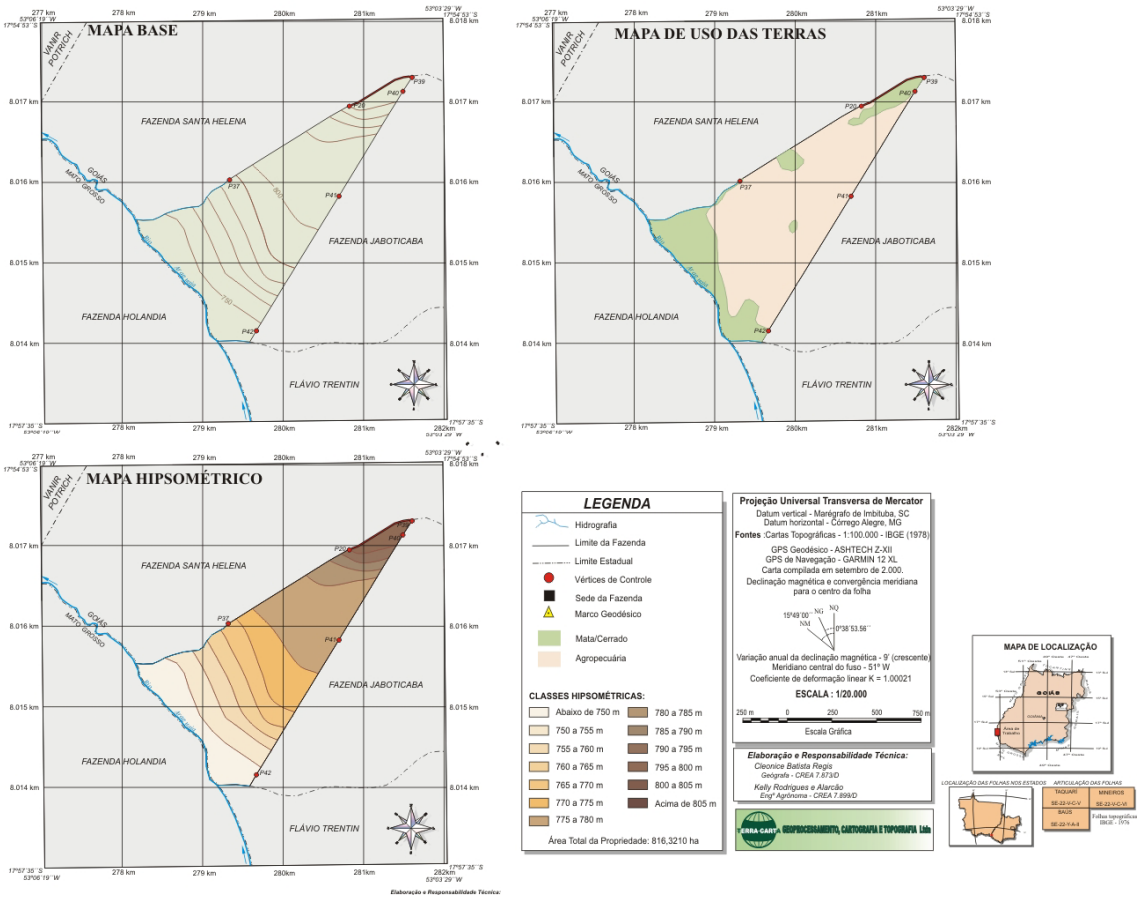


**FIGURA 48 - FAZENDA JABOTICABA**

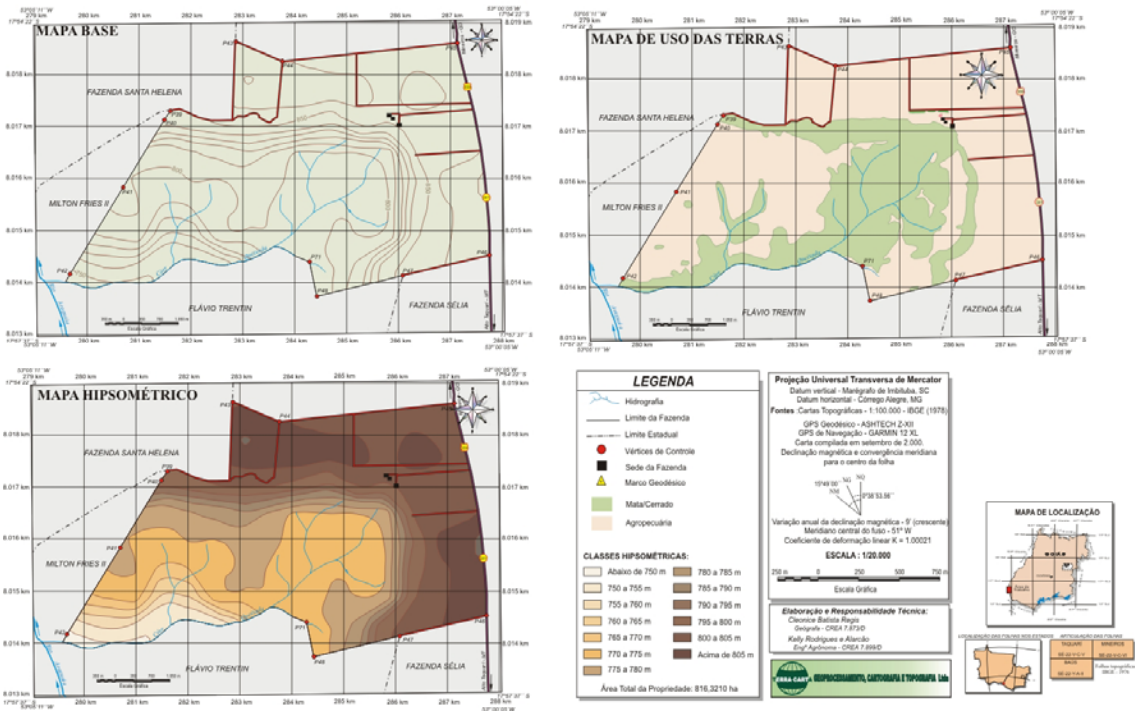
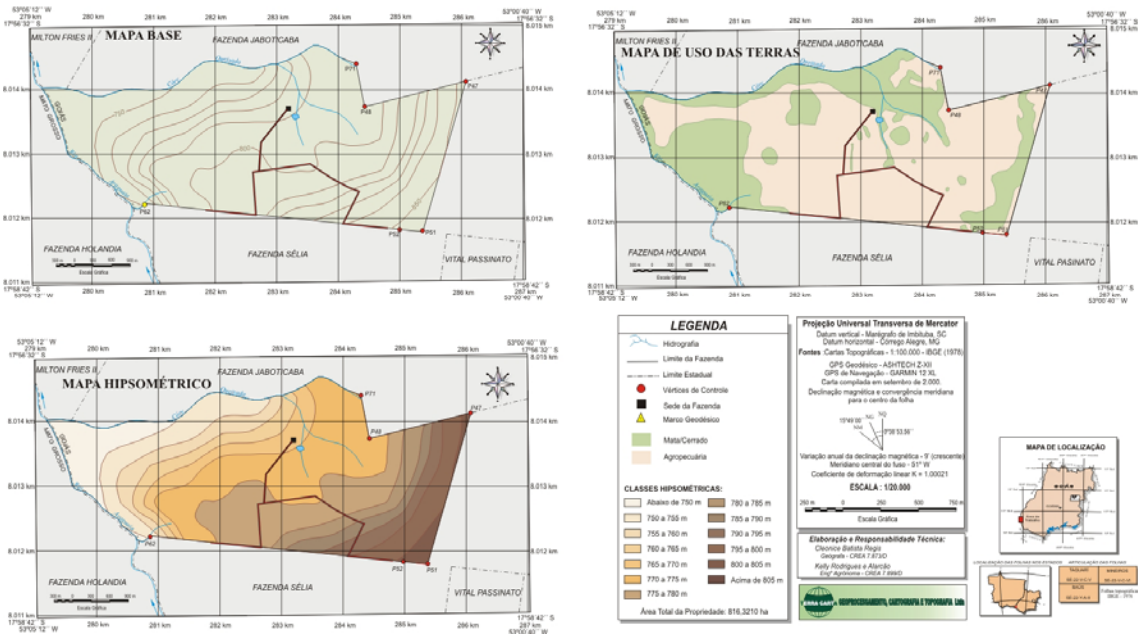


**FIGURA 49 - FAZENDA FLÁVIO TRENTRIN**



**1.8 Fazenda Sélia**

A Fazenda Sélia (Figura 50), com aproximadamente 1385,27 ha, está localizada também sobre litologia diversificada, onde aparecem Formações Botucatu e Serra Geral, além da presença das Coberturas Detrito-Lateríticas e de Sedimentos Inconsolidados acentados sobre relevos predominantemente de Superfícies Rebaixadas e de Superfície Pediplanada (Chapada). Quanto as formas de relevo, também são diversificadas, de áreas concavizadas e convexizadas, áreas com predominância de relevos planos, escarpas erosivas e os vales côncavos que margeiam os canais de drenagem. As altitudes variam entre 755 e mais de 805 metros, com declives vão de 3 a 10%.

Com relação aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos nas partes mais rebaixadas do relevo e os e os Latossolos Vermelho-Escuro na chapada. As área não suscetíveis a ravinas e voçorocas associam-se a essas áreas de chapada, enquanto que nas partes rebaixadas a suscetibilidade passa a moderada e muito suscetível. Quanto ao uso das terras, diversifica-se entre a cultura nas partes mais planas e a pecuária nas partes mais rebaixadas do relevo. As classes de risco acompanham a mesma tendência apresentada pelas classes de suscetibilidade, ou seja, de baixo risco na áreas planas e variando entre alto risco e risco iminente nas partes mais baixas.

**1.9 Fazendas Vital Passinato, Fazenda Francisco Chitolina, Fazenda Cristiane, Fazenda Cabeceira Alta e Fazenda Três Fronteiras**

Essas cinco fazendas (Figuras 51 a 55, respectivamente) possuem respectivamente 202.22, 194.94, 1021.55, 1192.34 e 1552.39 ha e terão sua caracterização do meio físico descrita em conjunto em função delas serem semelhantes em todos os aspectos. Litologicamente estão assentadas sob a Formação Botucatu e em áreas de Chapada, o que lhes confere um aspecto de relevo plano. A Formação Botucatu domina na Superfície Rebaixada com predominância de relevos convexos em rampas com comprimentos longos. As áreas concavizadas resumem-se aos canais de drenagens existentes nessa fazenda, destacando-se o Rio Araguaia. As altitudes variam entre 800 e acima de 850 metros com declives dominantes variando entre 0 e 3%

Com relação aos solos, dominam os Latossolos Vermelho-Escuro na Chapada em áreas não suscetíveis a ravinas e voçorocas, sobre os latossolos Quartzarênicos da zona rebaixada.. Quanto ao uso, todas elas estão destinadas ao uso agrícola.

**FIGURA 50 - FAZENDA SÉLIA**

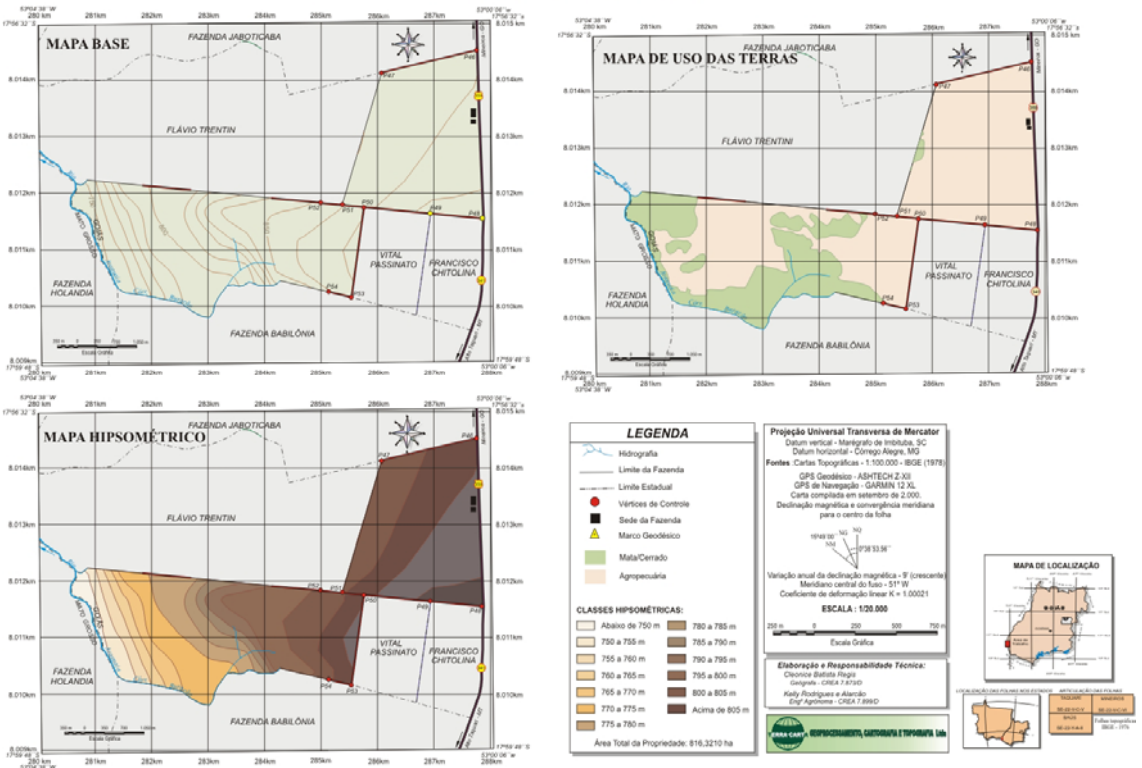


**FIGURA 51 - FAZENDA VITAL PASINATO**

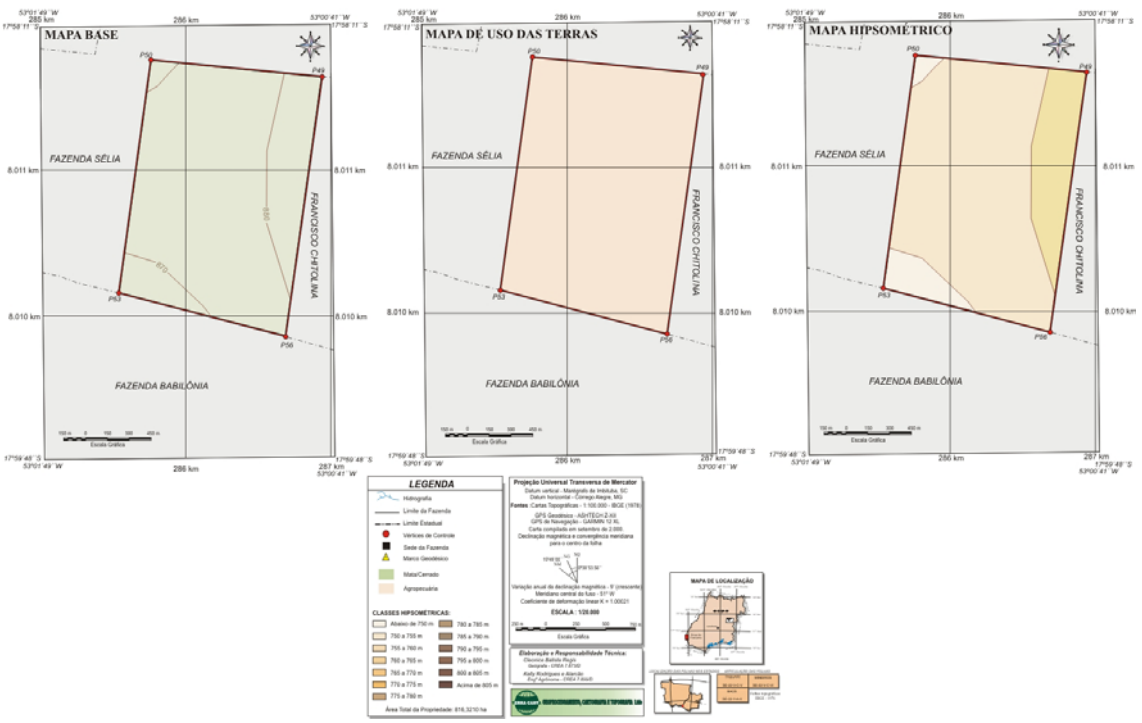


**FIGURA 52 - FAZENDA FRANCISCO CHITOLINA**

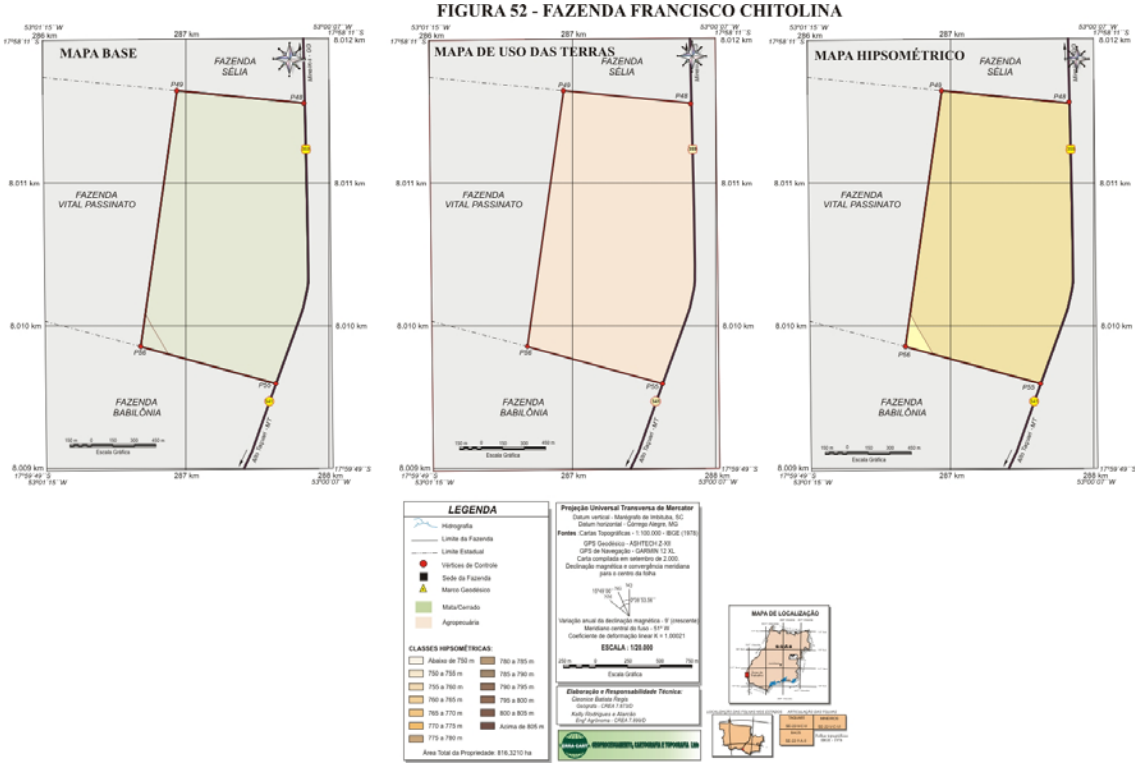


**FIGURA 53 - FAZENDA CRISTIANE**

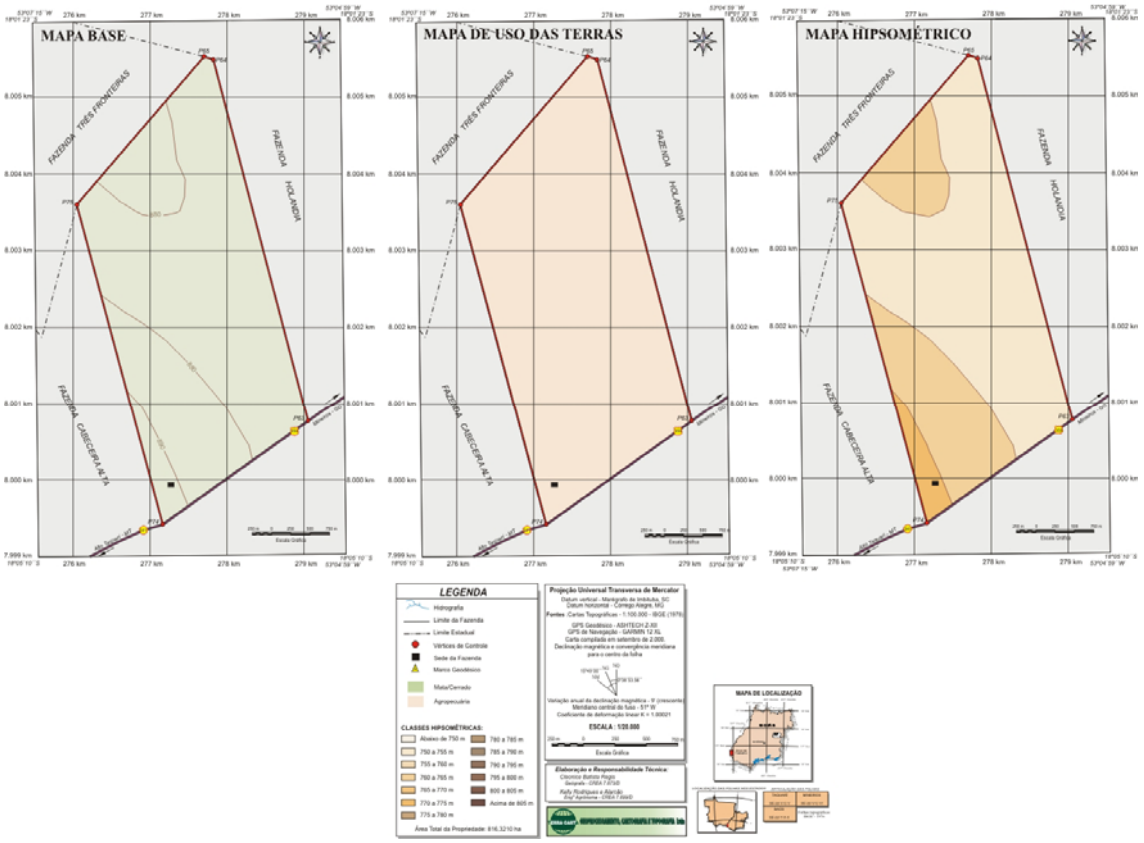


**FIGURA 54 - FAZENDA CABECEIRA ALTA**

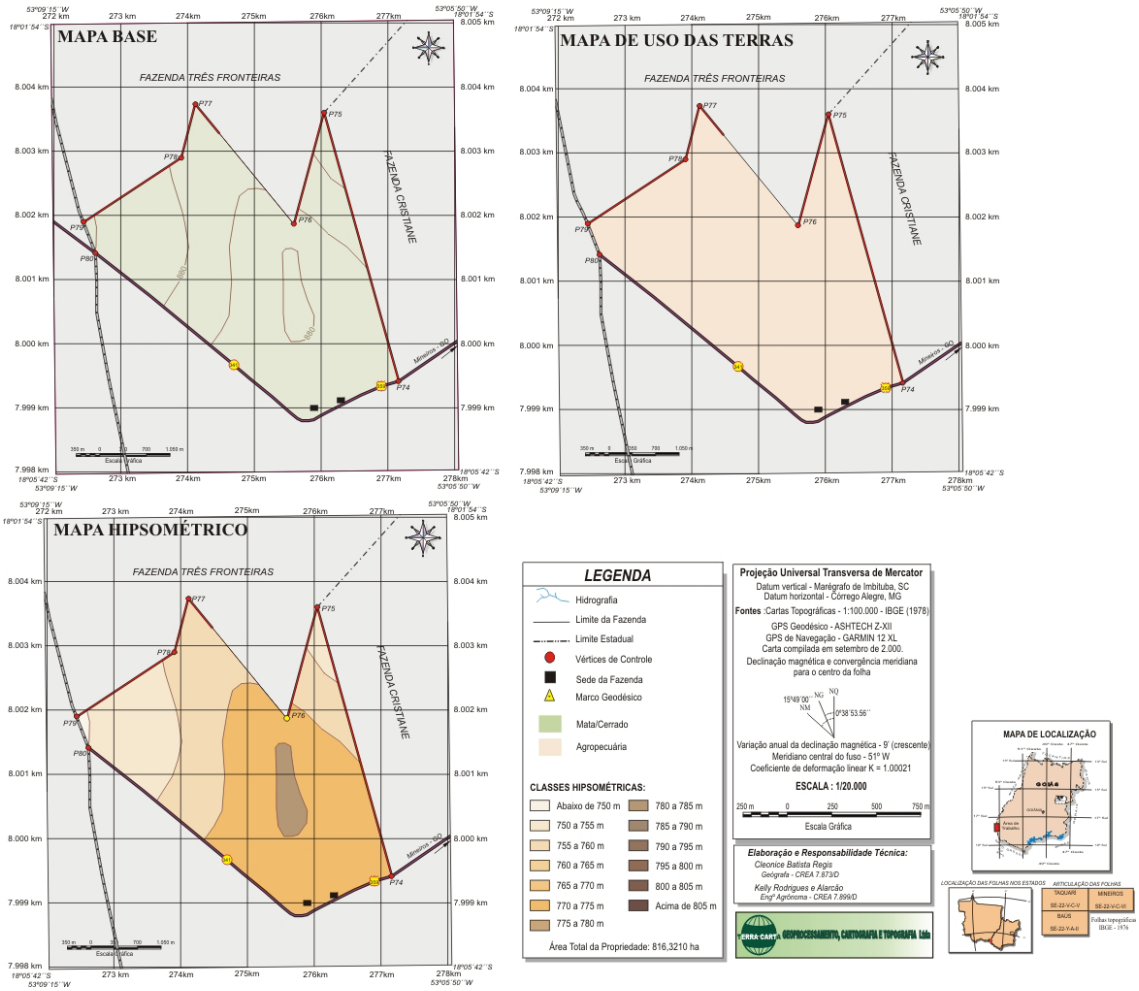
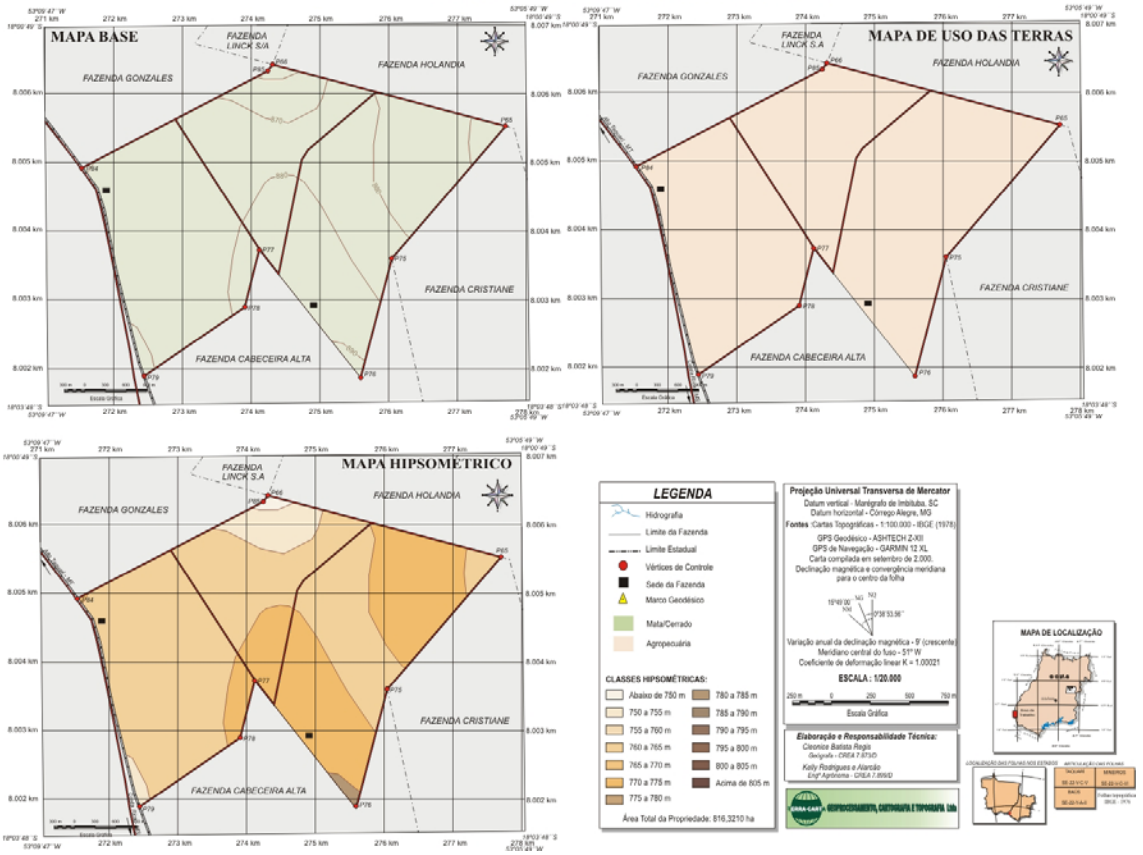


**FIGURA 55 - FAZENDA TRÊS FRONTEIRAS**



### 1.10 Fazenda Babilônia

A Fazenda Babilônia (Figura 56), com aproximadamente 2858,32 ha, está localizada sobre diversificada litologia, variando entre as Formações Botucatu e Serra Geral, além da presença das Coberturas Detrito-Lateríticas e de Sedimentos Inconsolidados acentados sobre relevos predominantemente de Superfícies Rebaixadas e de Superfície Pediplanada (Chapada). Predominam os relevos concavizados, porém aparecem algumas formas convexizadas, sobretudo nas Superfícies Rebaixadas. As áreas com predomnância de relevo plano estão associados às Coberturas Detrito-Lateríticas e Quartenários Indiferenciados (Chapada). A topografia varia entre menos de 750 e mais de 850 metros de altitude com declives dominantes variando entre 3 e 12%.

Com relação aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos nas partes mais rebaixadas do relevo e os e os Latossolos Vermelho-Escuro na chapada. As área não suscetíveis a ravinas e voçorocas associam-se a essas áreas de chapada, enquanto que nas partes rebaixadas a suscetibilidade passa a moderada e muito suscetível. Quanto ao uso das terras, predomina a agricultura. As classes de risco acompanham a mesma tendência apresentada pelas classes de suscetibilidade, ou seja, de baixo risco nas áreas planas e variando entre alto risco e risco iminente nas partes mais baixas. Foram cadastradas quatro ocorrências erosivas nessa fazenda.

### 1.11 Fazenda Holândia

Com cerca de 8285,19 ha, a Fazenda Holândia (Figura 57) está localizada sobre litologia onde predomimam as Formações Botucatu e Serra Geral. Estão presentes ainda as Coberturas Detrito-Lateríticas e os Sedimentos Inconsolidados, litologias essas que assentam-se sobre relevos de Superfícies Rebaixadas e de Superfície Pediplanada (Chapada). Quantos às formas de relevos, predominam as convexizadas com longos comprimentos de rampa. Os relevos concavizados também aparecem, conectados aos vales côncavos junto aos canais de drenagem. Outra parte das terras da fazenda é formada por relevos mais plana (chapada). As altitudes varia entre 770 e mais de 850 metros de altitude com declives dominantes variando entre 3 e 12%.

Com relação aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos nas partes mais rebaixadas do relevo e os e os Latossolos Vermelho-Escuro na chapada. As áreas não suscetíveis a ravinas e voçorocas associam-se `a chapada, enquanto que

nas partes rebaixadas a suscetibilidade passa a moderada e muito suscetível. Quanto ao uso das terras, predomina a cultura em detrimento de uma pequena parcela com pastagem. As classes de risco acompanham a mesma tendência apresentada pelas classes de suscetibilidade, ou seja, de baixo risco nas áreas planas e variando entre alto risco e risco iminente nas partes mais baixas. Foram cadastradas três ocorrências erosivas nessa fazenda.

### 1.12 Fazenda Link

Essa fazenda (Figura 58) possui cerca de 921,51 ha. A Formação Botucatu é a litologia predominante na área da fazenda. Em menor quantidade aparece a Formação Serra Geral. As Superfícies Rebaixadas predominam em relevos côncavos nas partes mais baixas da fazenda, e apresentam-se ainda algumas faixas de escarpas erosivas. As áreas concavizadas resumem-se aos canais de drenagens. A topografia varia entre menos de 750 e 800 metros de altitude com declives dominantes variando entre 3 e 12%.

Quanto aos solos, predominam os Latossolos Vermelho-Amarelo e em relação à suscetibilidade predomina a classe moderadamente suscetível a ravina e voçoroca. Em pequenas quantidades aparece a classe extremamente suscetível a ravina e voçoroca. Praticamente toda área da fazenda encontra-se em graus de risco dos tipos alto e iminente. Nessa fazenda foi cadastrada apenas uma ocorrência erosiva.

**FIGURA 56 - FAZENDA BABILÔNIA**

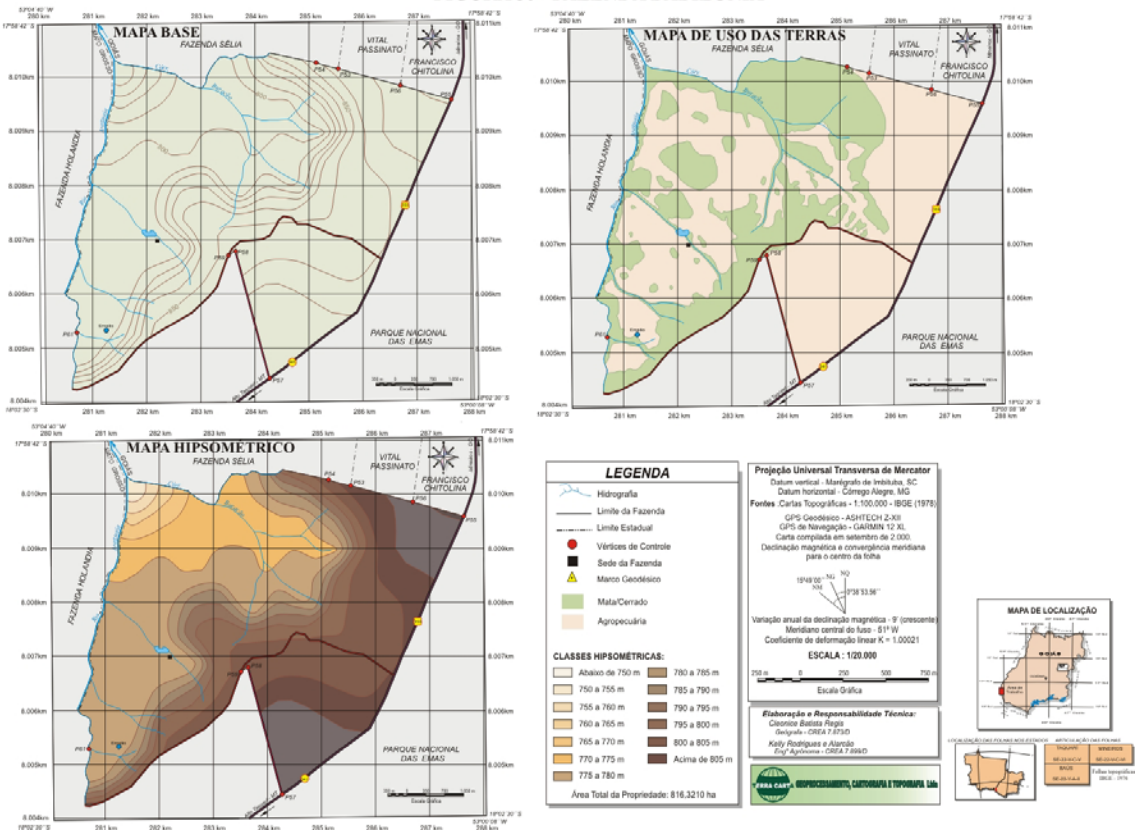


**FIGURA 57 - FAZENDA HOLÂNDIA**

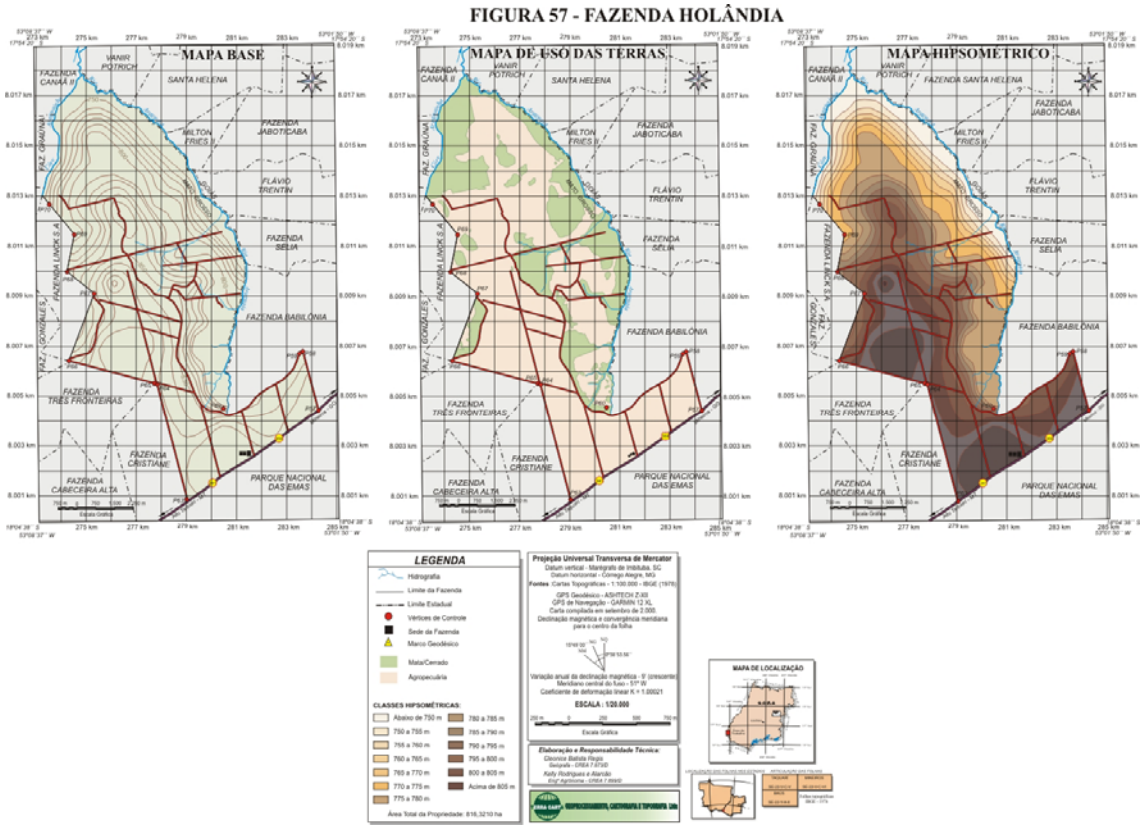
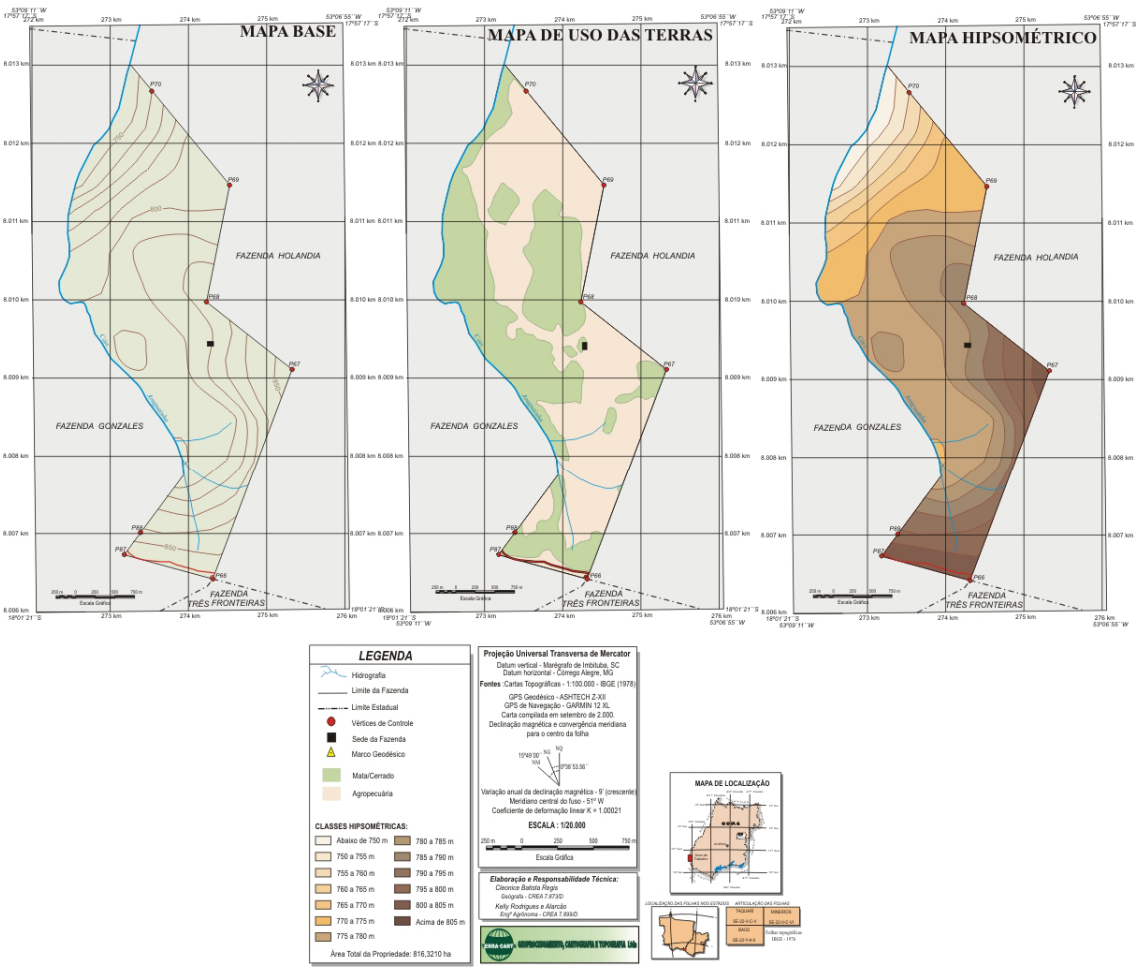


**FIGURA 58 - FAZENDA LINCK**



### 1.13 Fazenda Gonzales

Com cerca de 3989,25 ha, essa fazenda (Figura 59) está localizada sobre litologia onde predomimam as Formações Botucatu e Serra Geral. Estão presentes ainda as Coberturas Detrito-Lateríticas e os Sedimentos Inconsolidados. Os relevos de Superfícies Rebaixadas e de Superfície Pediplanada (Chapada) são predominante e os tipos de relevos mais comuns são os convexizados com longos comprimentos de rampa e os planos de Chapada. Os relevos concavizados também aparecem conectando-se aos vales côncavos formados junto aos canais de drenagem. Sua topografia varia entre menos de 750 e mais de 850 metros de altitude com declives dominantes variando entre 3 e 10%.

Os solos que ali predominam são os Neossolos Quartzarênicos nas partes mais rebaixadas do relevo e os e os Latossolos Vermelho-Escuro na chapada. As área não suscetíveis a ravinas e voçorocas associam-se a essas áreas de chapada, enquanto que nas partes rebaixadas a suscetibilidade passa a moderada e muito suscetível. Quanto ao uso das terras, predomina a cultura. As pastagens aparecem, mas numa pequena quantidade. As classes de risco acompanham a mesma tendência apresentada pelas classes de suscetibilidade, ou seja, de baixo risco nas áreas planas e variando entre alto risco e risco iminente nas partes mais baixas. Foram cadastradas cinco ocorrências erosivas nessa fazenda.

### 1.14 Fazenda Graúna

Na Fazenda Graúna (Figura 60), que tem cerca de 4758,71 ha, prodomimam as litologias da Formação Botucatu em Superfícies Rebaixadas com predominância de relevos convexos em rampas com comprimentos extensos e as Coberturas Detrito-Lateríticas em área com predominância de relevos planos. As áreas concavizadas resumem-se aos canais de drenagens existentes nessa fazenda, destacando-se o Rio Araguainha. A topografia mostra-se variano entre 750 e mais de 800 metros de altitude com declives dominantes variando entre 3 e 10%.

Com relação aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos nas partes mais rebaixadas do relevo e os e os Latossolos Vermelho-Escuro na chapada. As área não suscetíveis a ravinas e voçorocas associam-se a essas áreas de chapada, enquanto que nas partes rebaixadas a suscetibilidade passa a moderada e muito suscetível. Quanto ao uso das terras, diversifica-se entre a cultura nas partes mais planas e a pecuária nas partes mais rebaixadas do relevo. As classes de risco

acompanham a mesma tendência apresentada pelas classes de suscetibilidade, ou seja, de baixo risco nas áreas planas e variando entre alto risco e risco iminente nas partes mais baixas. Nessa fazenda foram cadastradas duas ocorrências erosivas.

### 1.15 Fazendas Canaã, Olho D´água e Olho D´água II

Por se tratarem de áreas semelhantes quanto aos aspectos físicos essas três fazendas (Figuras 61 a 63, respectivamente) também terão suas características descritas em conjunto. Suas áreas em hectares, respectivamente são de 1270,06, 486,24 e 282,06. Estão sob litologia da Formação Botucatu, sendo que na fazenda Canaã aparecem ainda os Sedimentos Inconsolidados nas margens do Rio Araguaia. A predominância dos relevos convexizados é marcante nas três fazendas, no entanto ocorrem áreas com relevos convexizados e os vales convexos. A topografia mostra-se variando entre menos de 750 e 800 metros de altitude e os declives dominantes variando entre 3 e 12%.

Com relação aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos, além dos Neossolos Hidromorficos e Gleissolos Húmico na Fazenda Canaã. O tipo de uso das terras é predominantemente de culturas nas fazendas Olho D´água e Olho D´água II, enquanto que na Fazenda Canaã a vegetação remanescente esta preservada. As classes de suscetibilidade dominante são as de moderadamente suscetíveis a ravinas e veoçorocas e a muito suscetíveis a ravinas e voçorocas. Já o risco à erosão linear é alto em praticamente toda a área da três fazendas. A Erosão Olho D´água, a maior do lado matogrossense, localiza-se em partes das três fazendas.

# FIGURA 59 - FAZENDA GONZALES

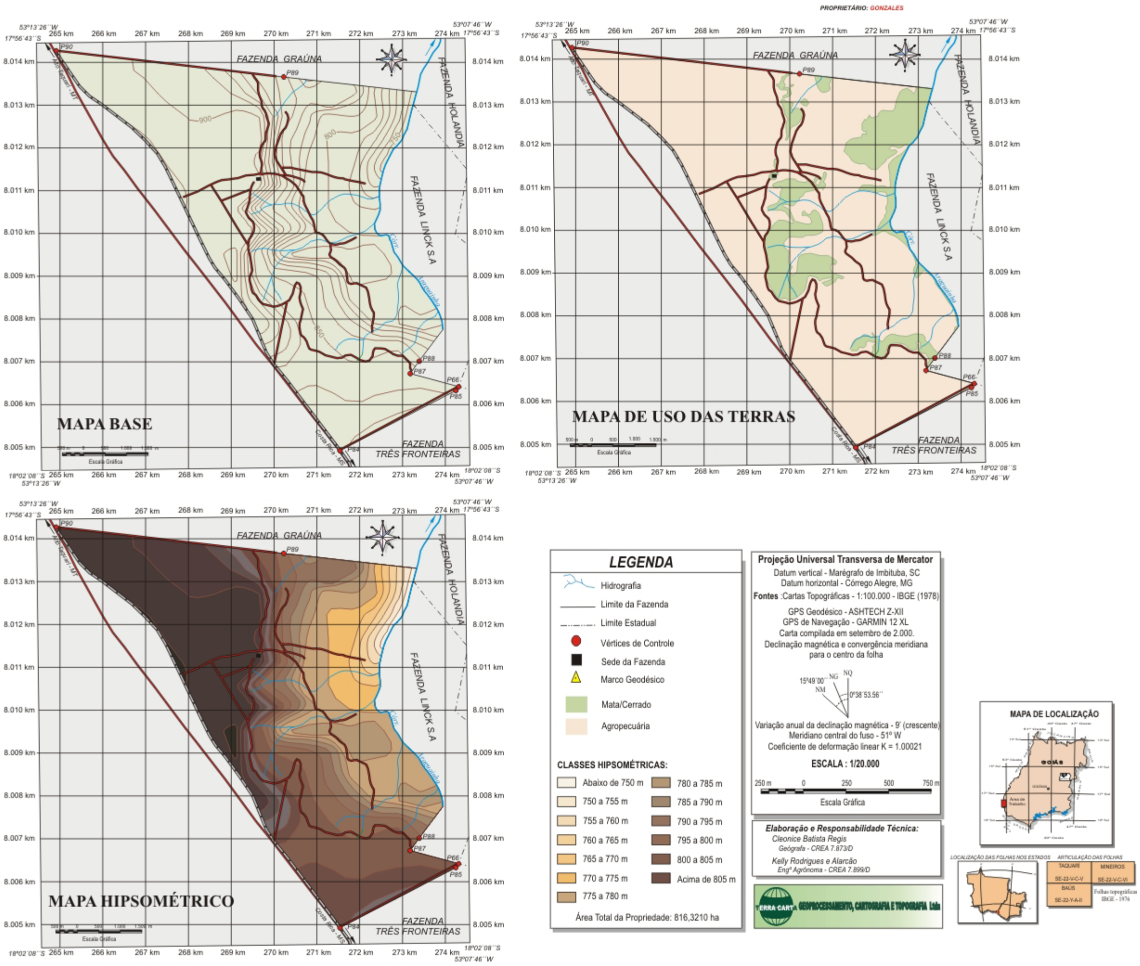


**FIGURA 60 - FAZENDA GRAÚNA**

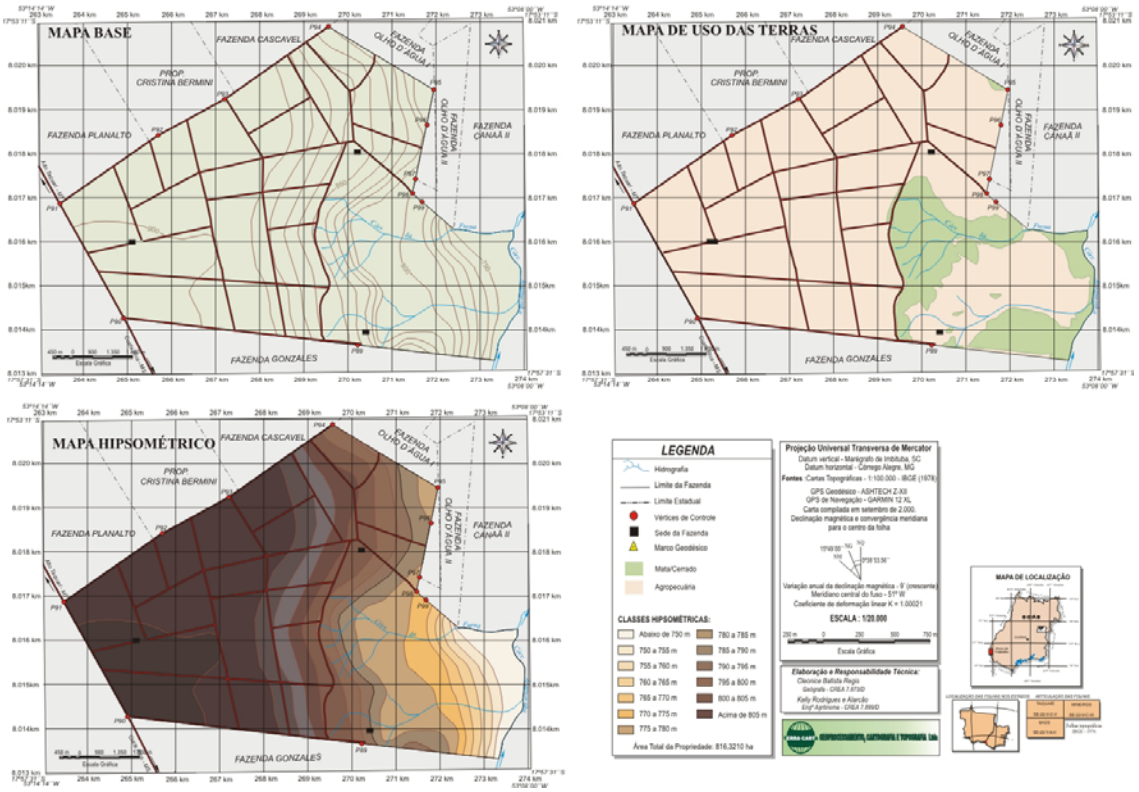


**FIGURA 61 - FAZENDA CANAÃ**

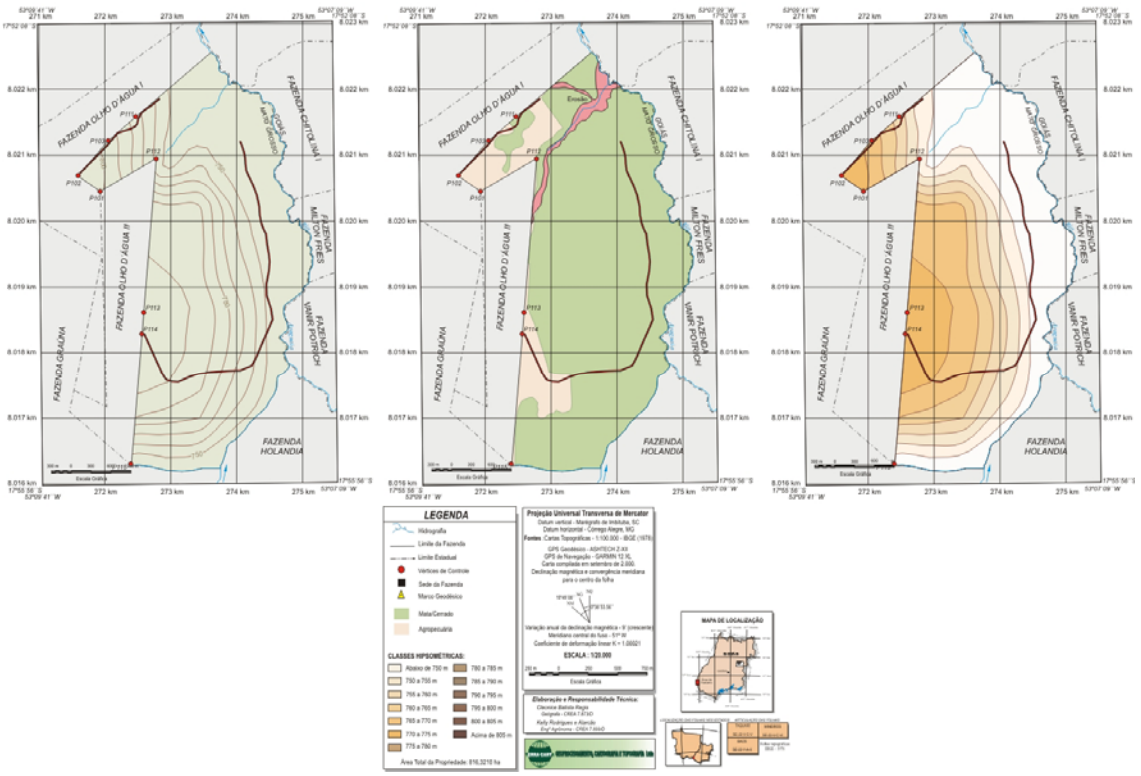


**FIGURA 62 - FAZENDA OLHO D'ÁGUA**

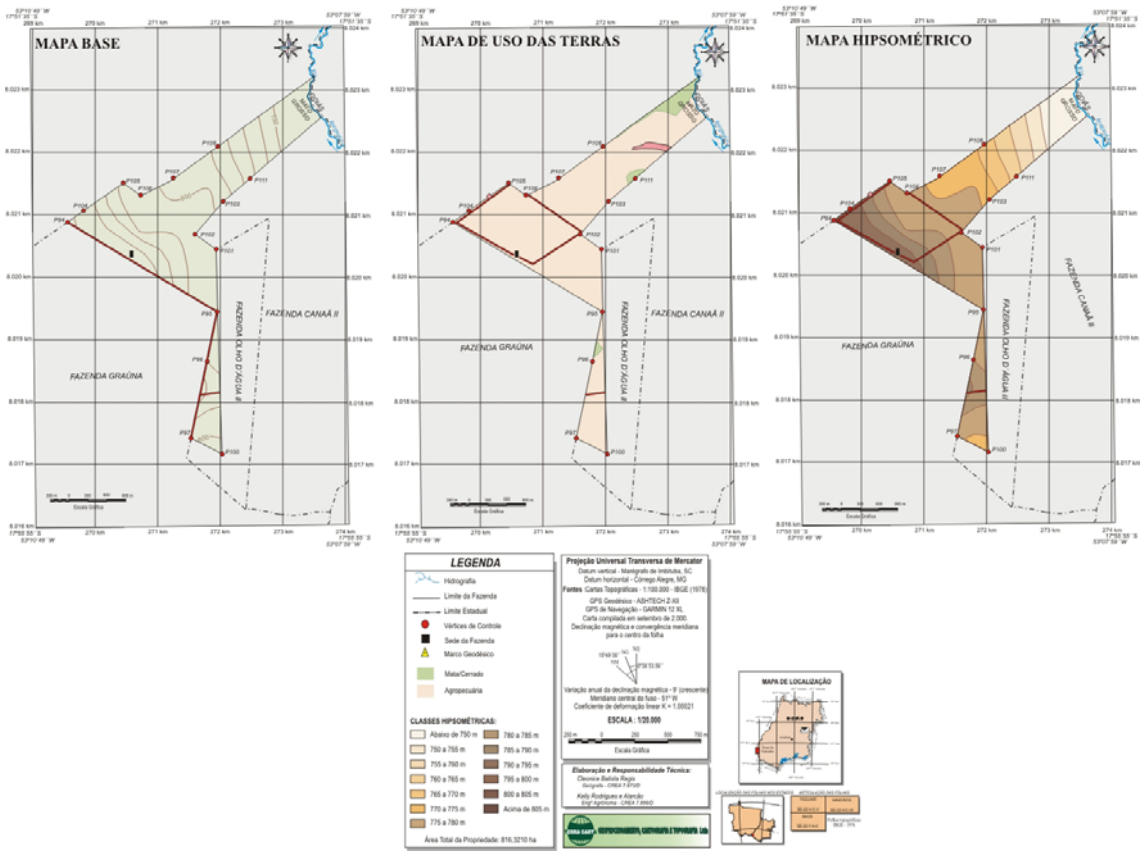
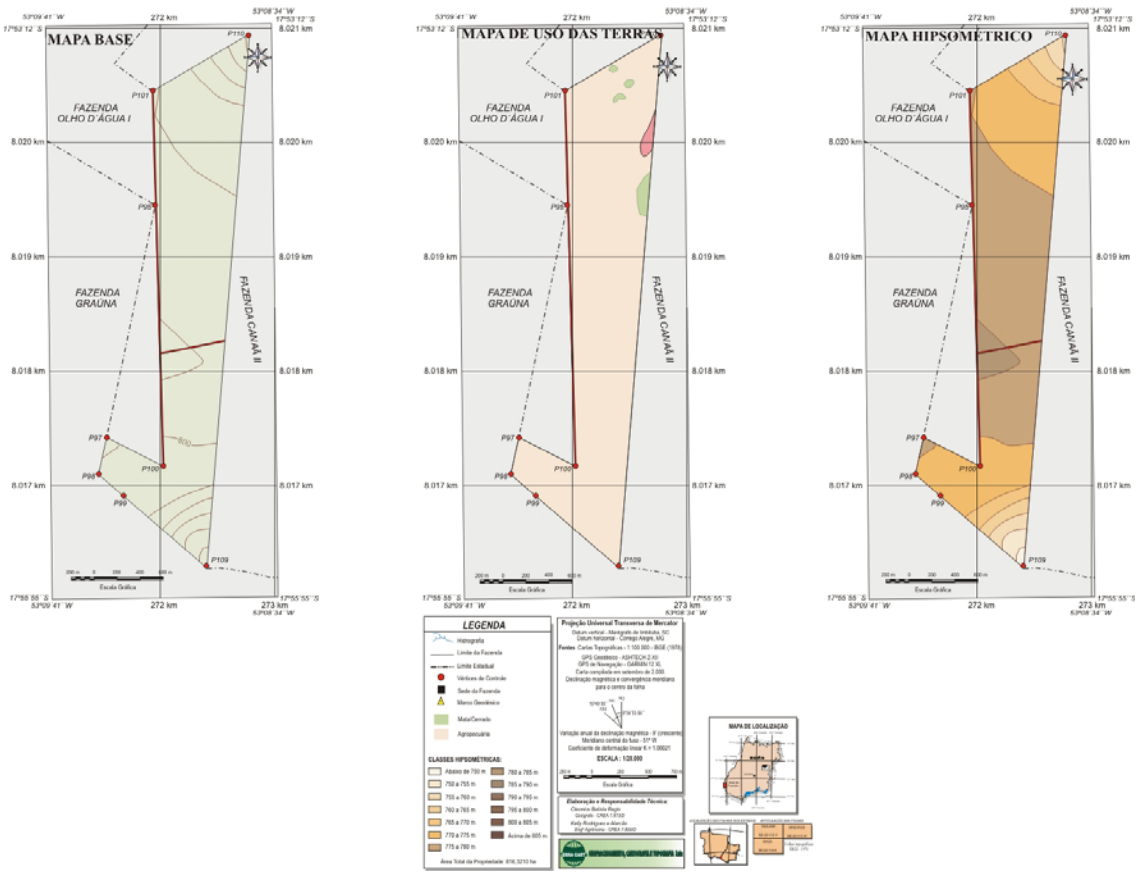


**FIGURA 63 - FAZENDA OLHO D'ÁGUA II**



## 2. SITUAÇÃO AMBIENTAL DAS PROPRIEDADES RURAIS

Metodologia

*O Cadastro das propriedades rurais foi realizado pela TERRACARTA (2000), onde constam: Dados de Identificação da Propriedade, Caracterização Técnica (Usos, Reserva Legal, Área de Proteção Permanente, Hidrografia), Desenvolvimento de Metodologia de Geração de Informações e os Anexos (mapas gerados para cada propriedade: base cartográfica, uso e ocupação e hipsométrico). No que concerne à metodologia adotada pelos autores, a base cartográfica foi elaborada a partir das cartas topográficas do IBGE na escala 1:100. 000 Folhas Baús e Parque Nacional das Emas (SE –22-Y-III e SD-22-Z-B-VI), enquanto os vértices limites foram cadastrados com GPS de navegação GARMIN modelo 12XL. O uso e ocupação foi elaborado através de imagem de satélite Landsat ETM7+, de 2000, composição colorida com resolução espacial de 25m, bandas pancromática e 3, 4 e 5, da órbita – ponto 224/072 de 23/08/2000. O tratamento hipsométrico foi o convencional (como o já apresentado anteriormente) definido a partir da base topográfica com curvas de nível de 10 em 10m, e variação de cores mais escuras para as mais claras, de modo decrescente.*

Com base na análise e compilação desses documentos procedeu-se à tabulação para o conjunto das propriedades, ao tratamento estatístico e à discussão dos resultados relativos à situação ambiental de conjunto a partir de cada propriedade em termos das leis ambientais e estabeleceram-se, ainda, as relações com os focos erosivos.

*Posteriormente, comparou-se o resultado com aquele apresentado em relatório elaborado por Guimarães (2003), relativo à Proposta de Recomposição e Averbação das Reservas Legais e Áreas de proteção Permanente da região das nascentes do Araguaia. Do mesmo modo, procedeu-se à relação com os focos erosivos, na busca de uma compreensão mais detalhada das suas relações. As leis que sustentaram a análise foram a Lei Federal 4771 de 15/11/1965 (Código Florestal) modificada pela Lei no. 7.803/89 e a Lei Estadual (GO) no. 12.596/95.*

*Convém ressaltar que nenhum desses relatórios está completo do ponto de vista de exame de documentos de registro e averbação de reserva legal em cartório e o primeiro deles teve por base a carta topográfica 1:100. 000 com apenas os vértices cadastrados verificados em campo. Além disso, os documentos relativos ao uso foram feitos com base em imagem de satélite de 2000, acrescida de levantamento expedito*

*em campo no segundo caso. Portanto os dados aqui apresentados e discutidos correspondem a uma primeira aproximação. Para tentar atualizá-los foi consultado o mapa de uso do solo elaborado pelo IESA/UFG, na escala 1:60. 000 com base na imagem de satélite Landsat ETM7+ de abril de 2003, cujo procedimento da elaboração já foi apresentado anteriormente*.

Resultados e Discussões

A Tabela 19 mostra os conjuntos de propriedades rurais por área ocupada em ha, a cobertura nativa de Cerrado em princípio disponível ou em parte ou no todo acerbada para Reserva Legal (RL), as Áreas de Proteção Permanente (APP) subdivididas em Mata Ciliar (1), Entorno de Reservatórios (2), Bordas de Chapadas (3) e Escarpas de chapada com mais de $45^{O}$. de declive, conforme determinam o Código Florestal - Lei 4.771 de 15/11/1965 modificada pela Lei no. 7.803/89 e a Lei Estadual 12.596/95 em termos de Reserva Legal (20% da área da propriedade, exceto APP), de APP (área variável) e máximo permitido para atividade agropecuária (restante da área).

Pode-se constatar pela Tabela 19 que praticamente há o dobro do número de focos erosivos do lado mato-grossense em relação ao goiano, bem como que as áreas ocupadas pelas propriedades rurais é também quase o dobro daquelas que se situam do lado goiano.

**Reserva Legal**

Com base nessa Tabela pode-se deduzir que dos 36.767, 11[4] ha cadastrados pela TERRACARTA (2000), que correspondem à área total (A+B+C), haveria 7.354,11 ha que devem ser destinados a Reservas Legais, em acordo com as leis, dos quais 6.322,4411 ha estariam disponíveis, e mesmo com algumas reservas já averbadas (Guimarães, 2003; Medeiros, 2002), o que corresponderia a cerca de **87%** do total necessário, não fosse o fato de três propriedades terem áreas nativas excedentes, as quais descontadas, baixam esse total para **68,38% de áreas disponíveis**. **O déficit global seria então de cerca 31,62% que correspondem a 2.325,39 ha**, excluindo-se essas três fazendas e também as áreas já averbadas.

[4] Essa área difere da apresentada até aqui em função da metodologia aplicada, embora seja muito próxima

| Tabela 19 – Quadro Geral de Condições de Uso APP e Reserva Legal, em 2000 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nº.** | **Situação** | | | **Localização** | | | | **Total (ha)** | **% da área total** |
| | | | | **Goiás** | **%** | **Mato Grosso** | **%** | | |
| 1 | Número no mapa | | | 1 a 11 | | 12 a 21 | | | |
| 2 | Área total das propriedades | | | 13.007,16 | 35,38 | 23.759,59 | 64,62 | 36.767,11 | 100,00 |
| 3 | Quantidade de erosões | | | 7 | 33,33 | 14 | 66,67 | 21 | 100,00 |
| 4 | Usos (ha) | Agropecuária | máxima | 9.816,29 | 75,47 | 18.083,74 | 76,11 | 27.900,03 | 75,88 |
| | | | em uso | 9.474,46 | 72,84 | 18.532,41 | 78,00 | 28.006,86 | 76,17 |
| | | Outros usos | | 16,02 | 0,12 | - | - | 16,02 | 0,04 |
| | | Excedente agropecuário | | 456,85 | 3,51 | 1.778,69 | 7,49 | 2.235,54 | 6,08 |
| 5 | Áreas de Preservação Permanente – APP (ha) | Área mínima | | 570,48 | 37,91 | 934,19 | 62,09 | 1.504,67 | 4,09 |
| | | Faixa ciliar | Existente | 321,7498 | 98,39 | 678,55 | 89,40 | 1.000,30 | 2,72 |
| | | | Déficit | 0 | | 80,49 | 10,60 | 80,49 | 0,22 |
| | | | Reservatório | 5,2706 | 1,61 | 0 | | 5,27 | 0,01 |
| | | | Sub Total | 327,0204 | 100,00 | 759,04 | 100,00 | 1.086,06 | 2,95 |
| | | Borda de chapada | Existente | - | - | - | - | - | - |
| | | | Déficit | 160,1924 | 34,87 | 299,17 | 65,13 | 459,36 | 1,25 |
| | | >45º | Existente | 72,4144 | 86,9691 | 197,73 | 100 | 270,14 | 0,73 |
| | | | Déficit | 10,8501 | 13,0309 | - | - | 10,85 | 0,03 |
| | | | Sub Total | 83,2645 | 29,63 | 197,73 | 70,37 | 280,99 | 0,76 |
| | | Totais | Existente | 394,1642 | 41,55 | 554,53 | 58,45 | 948,69 | 2,58 |
| | | | Déficit | 176,3131 | 31,71 | 379,66 | 68,29 | 555,97 | 1,51 |
| 6 | Reserva Legal (ha) | Mínima | | 2.599,62 | 35,35 | 4.754,49 | 64,65 | 7.354,11 | 20,00 |
| | | Disponível | | 6.322,44 | 50,00 | 6.322,44 | 50,00 | 12.644,88 | 34,39 |
| | | Déficit | | 456,42 | 19,63 | 1.868,98 | 80,37 | 2.325,40 | 6,32 |
| | | Excedente | | 125,02 | 13,66 | 789,99 | 86,34 | 915,01 | 2,49 |

Fonte : TERRACARTA,2000

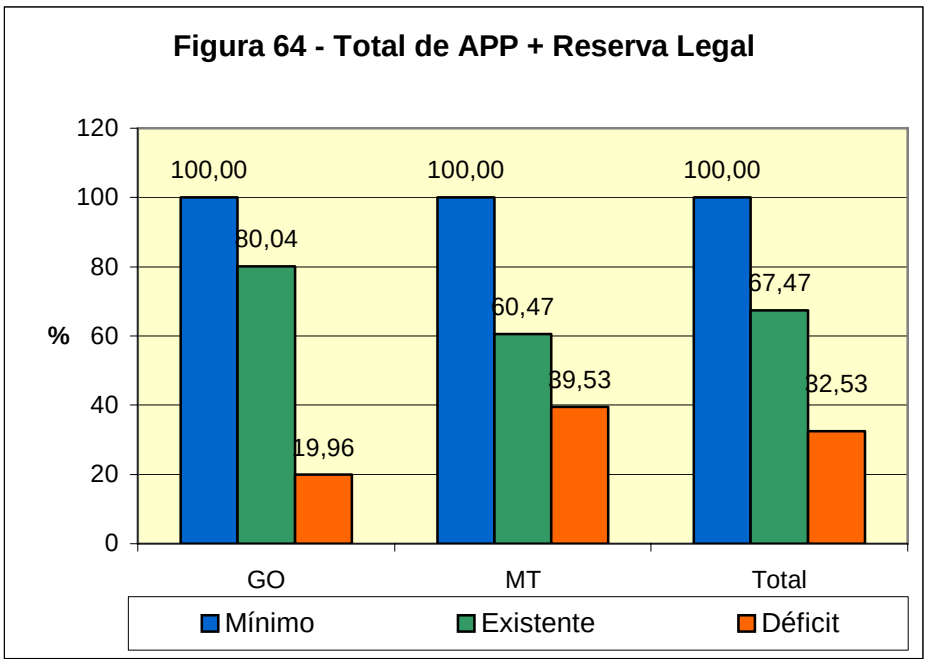
Há que se observar ainda que segundo os dados da TERRACARTA (2000), aproximadamente um quarto desse déficit, de 883,1048 ha, concentrava-se em 6 propriedades que já naquela época não tinham área disponível para Reserva Legal, o que torna a situação mais complexa, isto é **de déficit absoluto nesses casos**, que correspondem a quase **40%** do déficit na área total e que teriam que revegetar áreas para essa finalidade (caso já não o tenham feito), ao contrário da situação das **demais fazendas** que tinham área disponível naquele ano, embora não em sua totalidade, mas cujos déficits eram superiores a 200 ha cada uma e juntas somavam cerca de **60% do total.**

No levantamento feito por Guimarães (2003) que resultou na Figura 65, conforme registro em cartório de Mineiros -GO, 4 propriedades tinham reservas legais averbadas, entretanto, em alguns casos estavam alocadas em parte em Áreas de Preservação Permanente em função de terem procedido à averbação há bastante tempo atrás, quando isso foi tolerado, ou antes, do parcelamento das fazendas em lotes, cujas reservas legais não foram atualizadas posteriormente. Esse autor lembra, também e oportunamente, que no cartório de Alto Taquari esse levantamento não foi feito, de modo que a situação atual necessita ser pesquisada, o que poderia ser feito pelos órgãos fiscalizadores ou de pesquisa competentes. Ainda com base no mapa (Figura 65) a Tabela 20 resume o calculo das áreas de APP e Reserva Legal.

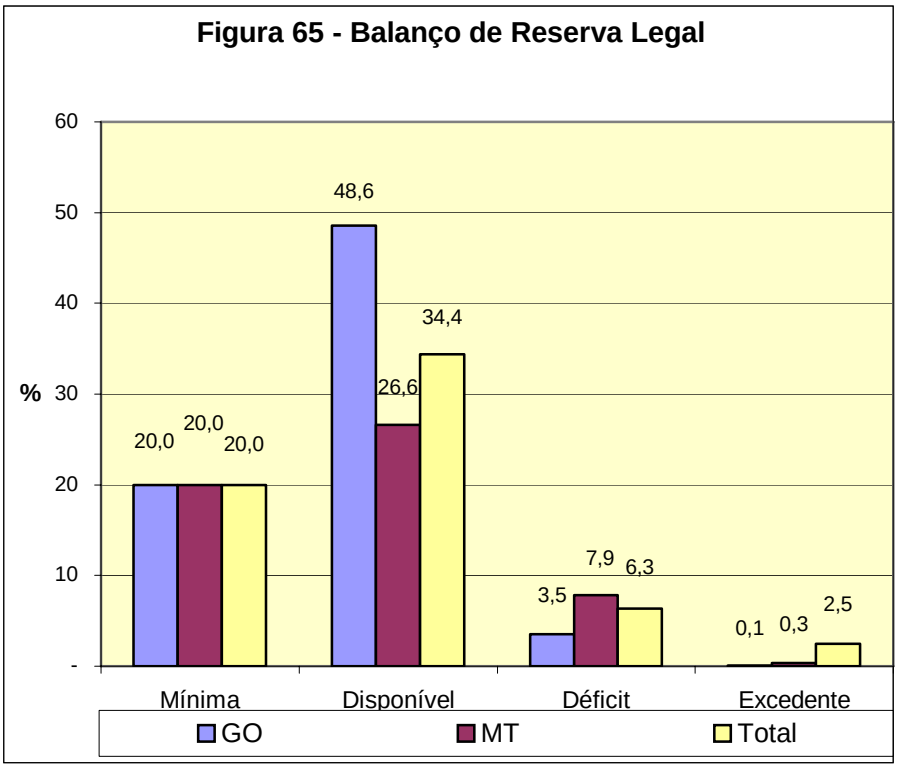
**Tabela 20 - Cálculo das Áreas**

| Áreas | ha |
|---|---|
| Reserva legal averbada | 1.078,41 |
| APP Chapada | 2.337,38 |
| APP Drenagem | 1.741,25 |
| Proposta de averbação | 2.965,57 |
| Proposta de averbação e recomposição | 3.163,63 |
| Remanescentes em APP drenagem | 865,92 |
| Vegetação em reserva legal | 885,06 |

As Figuras 64 e 65, a seguir, traduzem graficamente o conteúdo geral da tabela 19 e o Balanço quanto às Reservas Legais, permitindo uma melhor visão da situação para o total da área do projeto, inclusive para os estados de Goiás e Mato Grosso.




Pela Tabela 19 pode-se constatar que tomando por base os 20% exigidos pela lei, que a situação é mais crítica do lado matogrossense.



**Áreas de Preservação Permanente**

No que se refere às Áreas de Preservação Permanente, compreendendo Matas Ciliares, Entorno de Reservatórios, Bordas de Chapadas e Declives superiores a 45$^{o}$ (Escarpas) , elas somavam naquele ano de 2000, para todas as propriedades, 1.504,66 ha dos quais 948,6869 ha eram existentes e equivalentes a 63% do total, correspondendo a um déficit de 555,9728 ha, equivalentes a 37% do total em APP da área.

Assim, os déficits de áreas de APP podem ser assim resumidos em relação ao total conforme a aplicação da lei:

- Matas ciliares – 80,4870 ha concentrados em três Fazendas;
- Reservatórios - 5,3426 ha concentrados em apenas duas Fazendas.
- Bordas de Chapadas (faixa de recuo obrigatório) – 459,3651 ha concentrados em 10 Fazendas (dentre 21, ou seja, metade das propriedades);
- Áreas com declives acima de 45$^{o}$.- 10,8501 em apenas uma Fazenda.

Considerando-se as 21 propriedades da área, 11 delas apresentavam problemas de APP o que corresponde a mais de 52% das Fazendas da área no ano analisado, sendo que 6 delas encontram-se do lado goiano e 9 do lado mato-grossense.

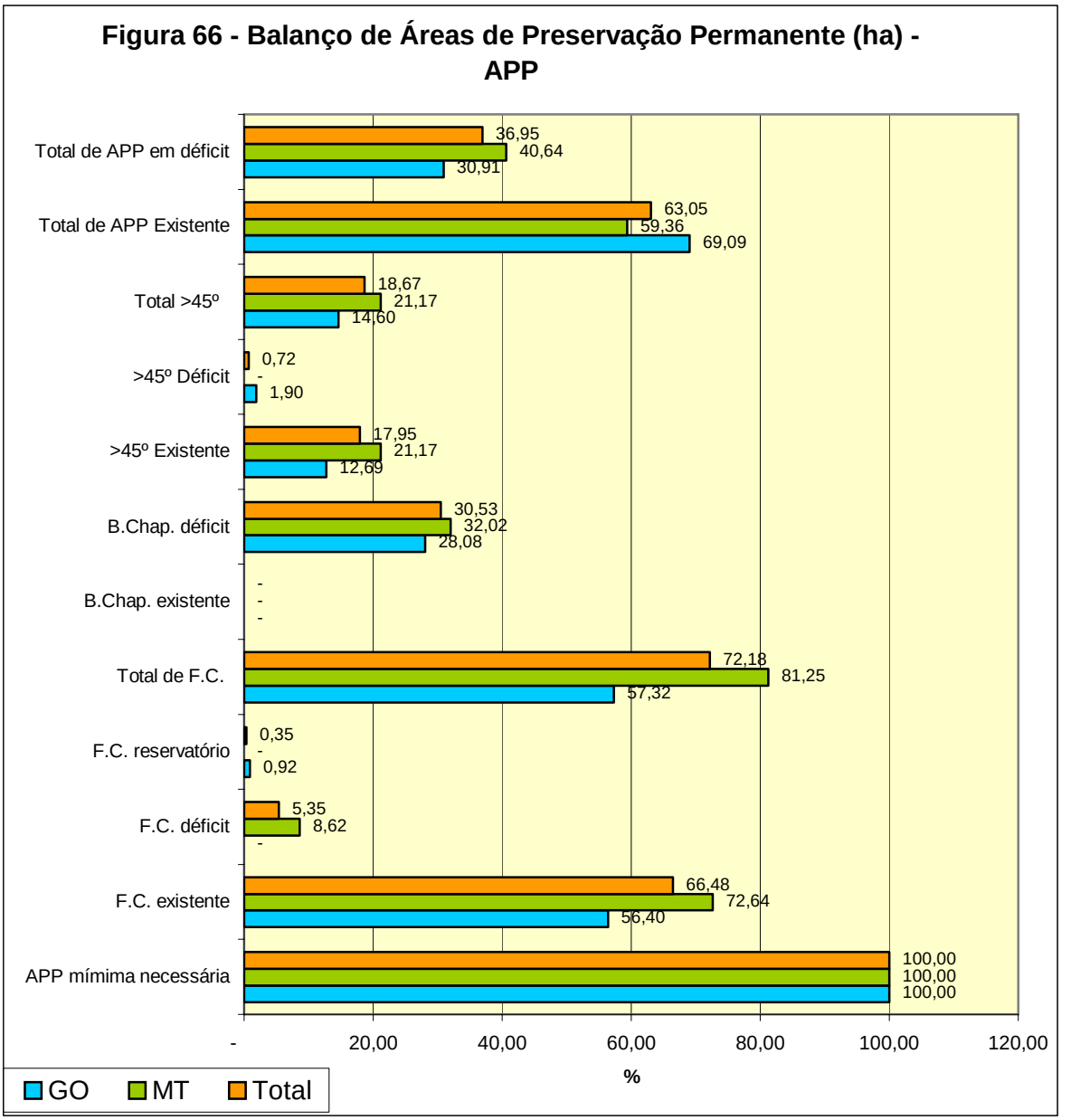
Considerando-se os 1.504,66 há de áreas de APP o resumo abaixo mostra claramente a magnitude do problema, em valores aproximados para 2000:

**Resumo da Situação das APP/2000**

- **45,1%** do total mínimo existiam em 2000 e equivaliam a **1,5%** da área total;
- 11 da 21 propriedades tinham déficits de APP equivalentes a **50%** do total;
- o maior de déficit encontrava-se claramente no recuo obrigatório de bordas de chapada, com cerca de **30,53%** e atingia 10 propriedades, seguido pelo de áreas >45$^{o}$ com cerca de **9,7%** embora atingisse apenas 1 propriedade, e o déficit em faixas ciliares (incluindo reservatórios) de **5,7%**.

A Figura 66 representa a distribuição dos diferentes tipos de APP para os estados de GO e MT, bem como para o total, ilustrando o exposto.

**Figura 66 - Balanço de Áreas de Preservação Permanente (ha) - APP**




Por fim, somando-se os déficits em Áreas de Preservação Permanente com os de Reservas Legais percebe-se que, em 2000, o total em área ficava em 2.881,37 ha equivalentes a 7,8 % da área total do projeto, o que torna a solução perfeitamente viável em termos de áreas a serem alvos de reordenamento de uso.

**Balanço de Reserva Legal e APP**

As fazendas que tinham apenas problemas de APP apresentavam um quadro mais favorável do ponto de vista do quantitativo de áreas a serem objeto de ações de recomposição. No caso das propriedades com áreas disponível para reserva legal restaria hoje apenas regularizar a situação, em caso de não ter sido averbada ou ter

sido de modo inadequado, ou mesmo de necessitarem uma relocação de áreas para esse fim. Já as demais propriedades com problemas mais complexos do que aquelas, uma vez que além desse também tinham problemas em termos de reservas legais, necessitariam também outras medidas.

Há que se ressaltar que o cálculo de área potencial de APP feito com base apenas nos rios sobre as fotos aéreas e imagens de satélite de 2003 permitiram chegar aos dados da Tabela 21 abaixo:

**Tabela 21 – Cálculo de Área Potencial de APP**

| Propriedade Rural | ∑ do comprimento dos canais (km) | Divisa com propriedade | Cálculo de Faixa Ciliar (m²) |
|---|---|---|---|
| 01 | 8,56 | 01 e 02 rio Araguaia – 0,6 km | 543,6 |
| 02 | 2,82 | 02 e 21 rio Araguaia – 1,28 km | 340,96 |
| 03 | 6,29 | 03 e 21 rio Araguaia – 1,09 km<br>03 e 12 rio Araguaia – 3,02 km | 582,9 |
| 04 | 14,22 | 04 e 12 rio Araguaia – 1,87 km<br>04 e 05 córrego – 1,88 km | 1097,7 |
| 05 | 3,07 | 05 e 12 rio Araguaia – 1,90 km<br>05 e 07 Queixada – 0,47 km | 255,3 |
| 06 | 22,15 | 06 e 07 queixada – 4,73 km | 1.470,9 |
| 07 | 9,06 | Faz divisa com a 06 (valor já computado)<br>07 e 12 rio Araguaia – 2,65 km | 676,1 |
| 08 | 5,38 | 08 e 12 rio Araguaia – 2,16 km<br>08 e 11 córrego – 3,35 km | 455,3 |
| 09 | 26,69 | 11 e 12 rio Araguainha – 6,05 km | 1903,9 |
| 10 | 45,31 | 12 e 16 rio Araguainha - 0,53 km<br>12 e 18 rio Araguainha – 3,21 km<br>Faz divisa também com 03, 04, 05, 07, 08 e 11 (já computados) | 2905,6 |
| 11 | 36,22 | 16 e 17 rio Araguainha – 5,88 km | 2467,2 |
| 12 | 10,99 | Faz divisa com 16 (já computado) | 659,4 |
| 13 | 26,56 | 18 e 21 córrego - 1,36 km<br>faz divisa com 12 (já computado) | 1593,6 |
| 14 | 5,43 | 00 | 00 |
| 15 | 5,50 | 20 e 21 córrego Olho d'Água – 0,87 km | 303,9 |
| 16 | 7,74 | 21 e 12 rio Araguainha 2,07 km | 567.9 |
| | | **TOTAL** | **15.760,96*** |

* equivalem a 1.576,09 ha

Como se percebe parece que a área de faixas ciliares já seria bem maior em 2003, o que pode ser função da escala adotada nos relatórios anteriores.

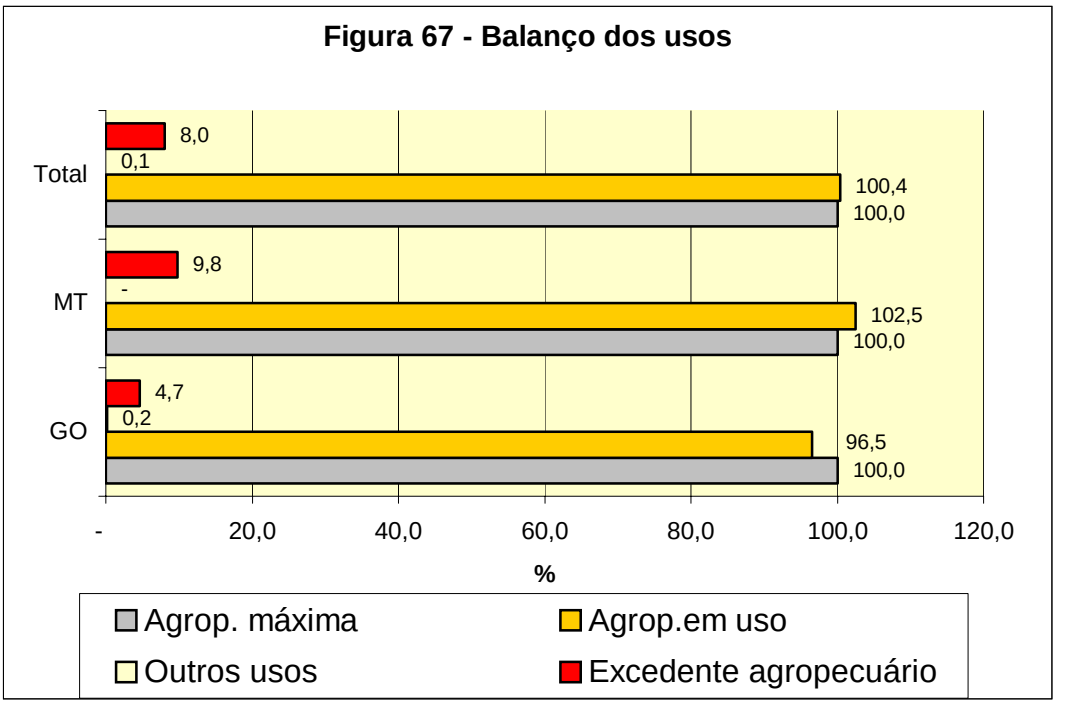
## 3. ATIVIDADE AGROPECUÁRIA E BALANÇO GERAL DO USO

A Tabela 19 do item anterior também apresentou os dados relativos às atividades agropecuárias que poderiam ser permitidas, descontadas as reservas legais e as APP, e indica a situação para todas as propriedades em 2000. Inclui também o balanço da situação relativa às Reserva Legais e APP expostas acima para permitir uma comparação.

Pode-se constatar que, em 2000, o total de áreas com atividade agropecuária que seria permitido, após o desconto das áreas de Reservas Legais e APP, somavam 22.479,364 ha, significando quase 76% do total da área, que somados a outros usos passavam ligeiramente desse total. Corresponderiam a um **excedente em área de 2.235,54 ha** com essa atividade significando apenas 6,1% do total da área. As fazendas que não apresentam esse excesso e continham áreas de vegetação nativa atingiam um total de 1.835,9024 ha, correspondentes a apenas três propriedades do conjunto.

A Figura 67 representa os totais de excedentes para GO, MT e para o total de área.

**Figura 67 - Balanço dos usos**




Mais detalhadamente, das 21 propriedades, 12 concentram esse excesso, situando-se 5 no lado goiano e 16 no lado mato-grossense. Por outro lado, há 9 propriedades que estão abaixo do que seria permitido, somando 1.835,9024 ha. e 6

propriedades que não dispunham sequer mais de áreas para implantação de reservas legais naquele ano, portanto apresentavam 100% de uso agropecuário. Assim, o problema estaria em nível de aplicação da lei no que se refere ao saldo de terras que poderia ser destinado à agropecuária naquelas 12 propriedades, dentre elas as 6, que juntas somam mais de 700 ha.

A Tabela 22 seguir resume toda a situação relativa ao atendimento das leis ambientais em 2000.

**Tabela 22– Déficit e Demanda de Áreas**

| Déficit | Nº.de propriedades envolvidas | Área Total (ha) | Necessidade |
|---|---|---|---|
| Tipo de APP | | | |
| B. de Chapada | 10 | 459,37 | Recomposição vegetal |
| Faixa Ciliar* | 05 | 85,76 | Recomposição vegetal |
| > 45º | 01 | 10,85 | Recomposição vegetal |
| Reserva Legal | | | |
| Sem déficit | 03 | 915,01 | Delimitação e averbação* e RPPN no excedente |
| Déficit parcial | 07 | 1.436,29 | Revegetação complementar e averbação* |
| Déficit total | 06 | 889,1048 | Revegetação total e averbação* |
| Agropecuária | | | |
| excedente | 12 | 2.235,54 | Redução para o saldo mínimo e reversão para R.L.e/ou APP |

* inclui reservatórios ** se couber.

Tabela 19 pode-se perceber claramente que 12 propriedades com problemas de excedente de área com atividade agropecuária, ou seja, correspondiam mais da metade das propriedades da área do projeto, atingindo 2.235,54 há equivalentes a 6,08% da área total do projeto. Quando se observa o déficit total em Reserva Legal + APP pode-se constatar que o valor era de 2.881,37 ha, e correspondiam a cerca de 650 ha a mais. Uma interpretação mais correta seria seguramente arriscada em função das metodologias utilizadas, mas, segundo observação de Guimarães (2003) há propriedades que têm APP averbada como Reserva Legal, o que poderia explicar essa diferença pelo menos em parte.

Entretanto, cabe ressaltar que o fato relativo ao montante de áreas nativas disponíveis em 3 fazendas, das quais duas estavam abaixo do que poderia ser utilizado por atividade agropecuária e não apresentavam déficit de APP, se ainda persiste até hoje, cria um paradoxo do ponto de vista legal, pois que havia mais áreas com vegetação nativa do que com ocupação agropecuária em termos de saldo, após a exclusão das áreas com Reserva Legal e APP. Por outro lado, convém lembrar que se

ampliarem as áreas de exploração agropecuária isto pode incorrer em risco, na medida em que os desmatamentos poderiam aumentar, acrescido do fato de que pelo diagnóstico não são áreas favoráveis a esse uso, como se viu nos mapas temáticos relativos à capacidade de uso das terras e de suscetibilidade, dentre outros.

Comparando-se esse excesso com os déficits em Reservas Legais (1.954,1793 ha), e as áreas disponíveis para essa finalidade (6.322,441 ha) que eram inferiores à área demandada para esse atendimento da lei, pode-se constatar que as áreas disponíveis ainda são insuficientes, o que significa que em grande parte a solução para o problema situa-se no resgate de áreas agropecuárias para recompor as áreas de Reserva Legal nessas 12 propriedades aparentemente mais críticas, dentre elas as 6 propriedades já citadas.

A maior dificuldade é que não se conhece a situação atual das fazendas, ainda mais quando se considera que a imagem de satélite de 2003 que gerou o mapa de uso do solo desse ano (Figura 39), chegou-se a uma cifra aproximada de cerca de 80% da área com atividade agropecuária, ou seja, ao redor de 30.000 ha, o que entra em conflito com os dados do cadastro utilizado que indicam um pouco menos do que os cerca de 28.000 ha, significando uma diferença da ordem de 2.000 ha, que ao que tudo indica não teria sido agregada nesse período que se seguiu ao cadastro (depois de 2000), a julgar pela comparação feita com o mapa de uso do solo de 1999 onde se constata claramente a substituição de áreas de pastagem por agricultura, embora também sinalize na direção de pequenos e pontuais desmatamentos, mas que não mudariam substancialmente a ordem de grandeza das áreas agropecuárias.

Há que considerar também o fato de que são metodologias diferentes, sendo que a imagem e o geoprocessamento em ambos os casos conduziram ao cálculo no plano do mapa obtido. Além disso, os dois métodos partiram de uma base topográfica ampliada, que por sua vez pode incorrer em generalizações quando se procede à interpolação de curvas de nível, mesmo ajustadas com base em fotos aéreas. Só uma atualização do cadastro das propriedades rurais em campo e em cartórios poderia dirimir essa questão.

Relacionando-se a distribuição dos focos erosivos com o que foi constatado em termos de uso das terras nas propriedades pode-se destacar resumidamente que:

Os focos erosivos encontram-se nas propriedades que apresentam problemas quanto às Reservas Legais e APP como exposto.

Vale lembrar também que 35,4 % aproximadamente desses focos encontram-se do lado goiano e 64,6% do lado mato-grossense. Do lado goiano uma única propriedade concentra 57% dos focos (4 deles) desse lado sendo que ela detém quase 8% da área total do projeto. E do lado mato-grossense, duas propriedades juntas concentram quase 43% dos focos nesse estado (9 deles). Essas propriedades, juntas, perfazem o total de 13 focos dos 20 cadastrados na área total do projeto, o que alcança cerca de 62% dos focos, os quais, se somados aos 2 de mais uma grande propriedade com dois focos, somam cerca de 72% do total deles na área do projeto. Vale ressaltar ainda que essas 4 propriedades somam cerca de 54% do total da área do projeto.

Torna-se claro, portanto, que as propriedades que devem ser alvo emergencial de medidas de controle corretivo, além do preventivo. Percebe-se também, com clareza, quais seriam as medidas imprescindíveis a serem tomadas em termos de reservas legais, áreas de preservação permanente e áreas excedentes com agropecuária.

Além disso, vale lembrar ainda que:

- todos esses focos encontram-se em áreas muito suscetíveis à ravinas e pouco a voçorocas, portanto é de supor que tenham começado como ravinas e evoluído para voçorocas, fenômeno comumente associado a problemas de uso e manejo das terras;
- todos os focos encontram-se na zona rebaixada em áreas de risco muito alto à ocorrência do fenômeno como as áreas côncavas dos terrenos para onde convergem os fluxos e justamente por isso onde o manejo mecânico das terras está inadequado.
- 90% dos focos encontram-se em áreas com discrepância muito alta em termos de capacidade de uso e uso atual em áreas de agricultura e pastagem (2003), mas com usos anteriores sobretudo de pastagem (1976 e 1999)
- todos os focos situam-se em áreas com aptidão restrita ou mesmo sem aptidão para lavouras e pastagens e onde justamente se pratica essas atividades.

Por fim, há que se assinalar que a TERRACARTA (2000) também procedeu à vistoria das estradas e do manejo mecânico das terras com atividades de pastagem e agricultura de 9 propriedades rurais, as quais revelaram, naquele ano, o seguinte:

- ESTRADAS - todas apresentavam estradas em bom estado e possuíam maquinário próprio para a manutenção que era regular, sendo que uma estava ótima e outra além de encascalhada também apresentava encabeçamento de terraços; dentre as que apresentavam pequenos problemas, uma não estava encascalhada, uma possuía apenas 18 Km de encascalhamento, uma demandava pequenos levantamentos de alguns trechos .

- TERRAÇOS - todas apresentavam terraços bem marcados e em bom estado.

Tal não parece mais ser a situação recente verificada em vistoria de campo realizada pela equipe IESA/SEMARH em novembro de 2003 e que gerou o mapa de manejo das terras (Figura 42), o que pode indicar que houve alguma degradação nestes últimos anos como já discutido no item relativo às diferenças de uso das terras entre 1999 e 2003. Por outro lado, esta vistoria atingiu todas as propriedades da área enquanto a anterior apenas 9 delas.

Em síntese, a situação ambiental das propriedades rurais apresenta problemas de déficit em APP em, Reserva Legal, excedente agropecuário e inadequação de práticas mecânicas nas atividades agropecuárias; Além disso, os focos erosivos concentram-se em poucas propriedades, todas elas com esses tipos de problemas.

Guimarães (2003) no trabalho desenvolvido em curto espaço de tempo considerou resumidamente o que segue com vistas à elaboração de um proposta de recomposição ambiental da área:

"... os aspectos que nortearam a escolhas dessas áreas foram":

a) a existência de voçorocas nas proximidades;

b) a suscetibilidade à erosão;

c) a proximidade com áreas de preservação permanente;

d) a possibilidade de conexão de fragmentos vegetacionais isolados"

Nesse espírito e a partir da delimitação das áreas de APP e Reserva legal, o autor propôs ações visando à regeneração da vegetação original dessas áreas e esclareceu que os métodos para isso poderão variar de acordo com o grau de alteração das propriedades físico-químicas dos solos, da condição do relevo no local, do grau de ocupação por espécies exóticas agressivas (gramíneas plantadas) e da presença ou não de fontes de sementes nas proximidades das áreas escolhidas.

Sugeriu ele o simples isolamento das áreas através de cercamento para que a regeneração natural ocorra e para os casos onde a regeneração natural for inviável sugeriu ele ações de revolvimento do solo e posterior plantio de espécies pioneiras, mas alerta que o melhor método de recuperação dependerá de uma análise específica de cada local a ser revegetado. Para as propriedades com vegetação natural suficiente ele sugere os locais mais adequados em função dos critérios acima expostos. Para as propriedades com reserva legal averbada ele indicou os locais a

serem revegetados, já que havia áreas sem vegetação original dentro dos limites averbados.

A Figura 64 apresenta a espacialização a que o autor chegou para a área como um todo. De posse desse mapa e daquele do manejo atual das terras (Figura 42), foi possível gerar ainda um mapa de síntese que inclui também a avaliação da existência ou não de práticas de manejo mecânico e de que tipo, que está representado e discutido no início da Parte III deste Plano.

# FOCOS EROSIVOS LINEARES

## 1. DISTRIBUIÇÃO DE OCORRÊNCIAS EROSIVAS LINEARES E RELAÇÕES COM MEIO FÍSICO

Metodologia

Foi realizada a interpretação (na tela do computador) da já referida imagem de satélite Landsat ETM5 de agosto de 1999, na escala 1:30. 000, para identificação e restituição direta dos contornos das feições erosivas para a confecção do mapa de ocorrências erosivas. A confirmação sobre o tipo de erosão, se ravina ou voçoroca, foi obtida posteriormente com base na consulta ao cadastro da CELG (1998) e em trabalho de campo em 2001realizado pela equipe IESA/UFG, cujo resultado foi finalmente verificado na imagem de satélite Landsat ETM7+ de 2003: na escala em tela de 1:15.000. Esta imagem não apresentou diferenças em relação ao mapa de 1999, de modo que os focos foram mantidos, o que significa também que o número total deles se manteve nestes últimos 5 anos.

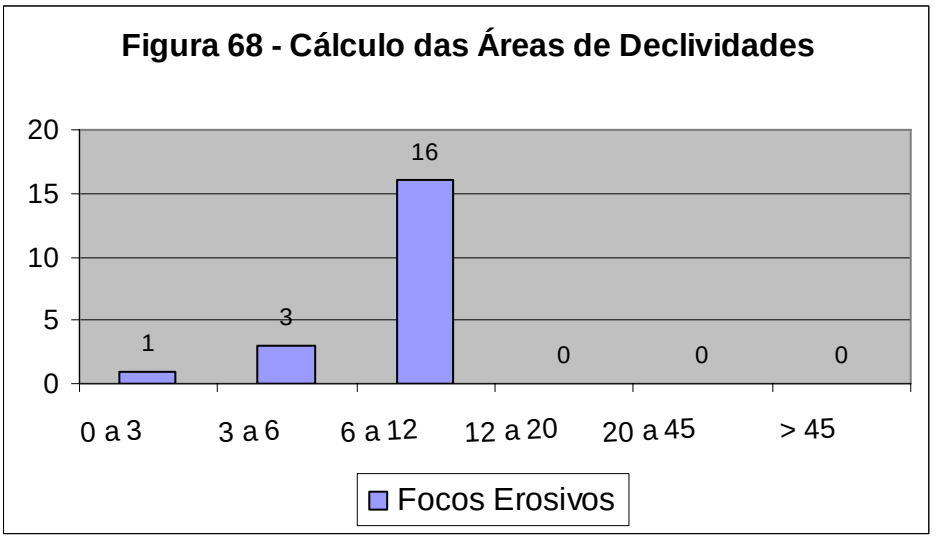
Em seguida, os focos foram desenhados sobre a imagem com técnicas de geoprocessamento e posteriormente transferidos para a carta base. Foram lançados também em todos os mapas, ora na cor vermelha, ora cinza (em razão de contraste). Assim foi possível realizar a contagem direta do número de focos por unidade de mapeamento em cada tema e o estabelecimento das relações espaciais entre as ocorrências e as características do meio físico. Os desenhos dos focos são aproximados devido à escala adotada.

Resultados e Discussões

Foram constatados 20 focos erosivos[5] de grande a médio porte na escala adotada, isto é, com eixo longitudinal superior a 200m, todos com um ou mais linhas de fluxo de água do freático livre visíveis no fundo nas imagens de satélite, bem como nas fotos e fichas de cadastro (CELG,1998) e em campo, no entanto, nem sempre ao longo de todo o eixo. Portanto, trata-se de voçorocas (IPT, 1986; SALOMÃO, 1999) embora vários deles apresentem ravinas como braços laterais.

[5] dois deles foram agregados por estarem conectados – Olho d'Água e Olho D'Água I

As Figuras de 68 a 77 a seguir ilustram o produto da contagem numérica e em porcentagem para a área total.



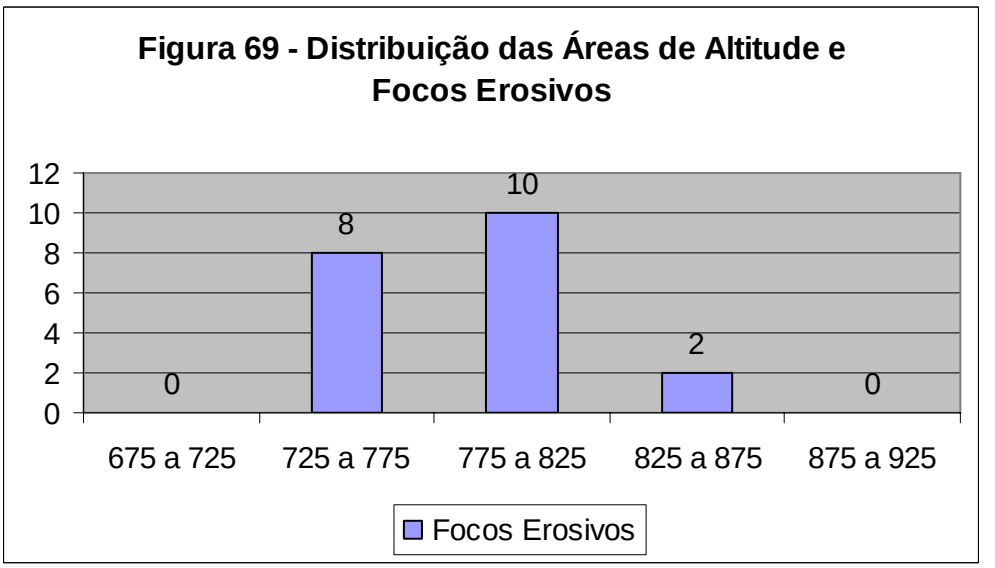



**Figura 70 - Cáculo das Áreas de Discrepância**

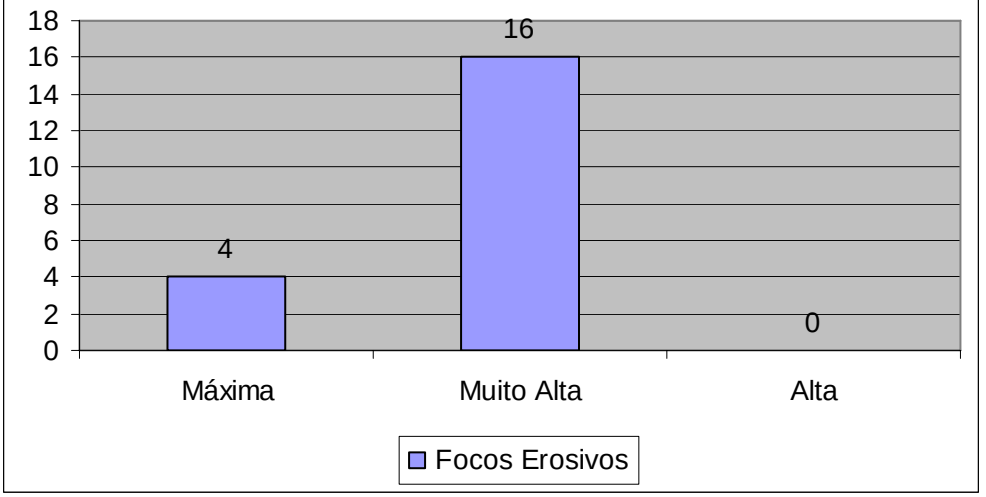



**Figura 71 - Uso da Terra (2003) em Km²**

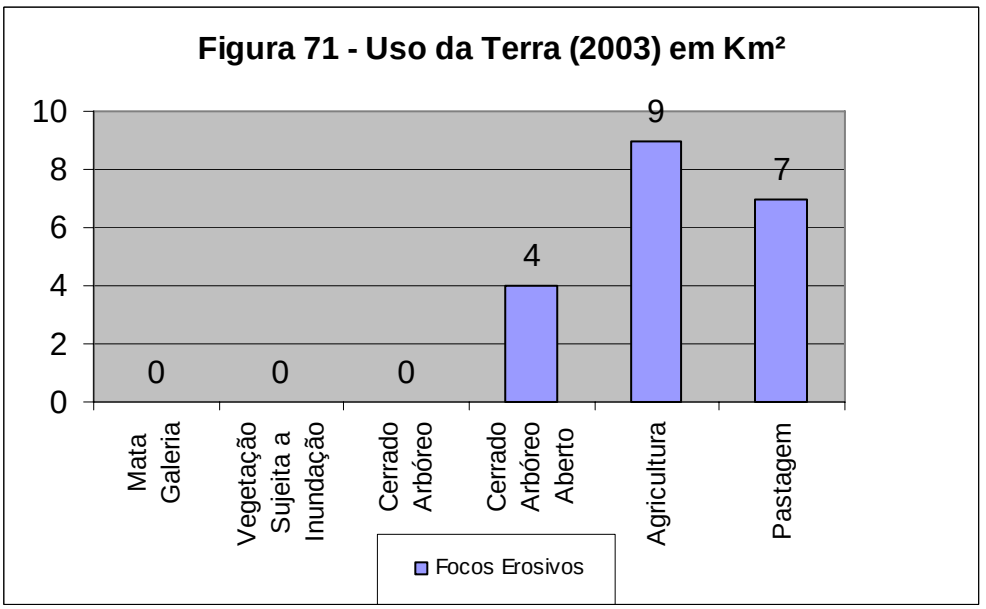



**Figura 72 - Aptidão Agrícola das Terras em Km²**

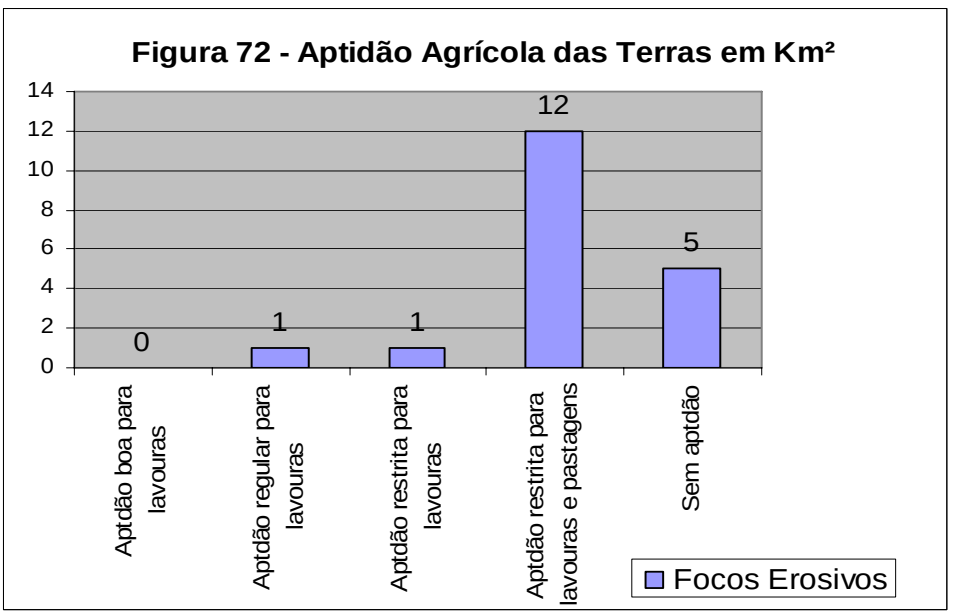


**Figura 73 - Distribuição das Áreas de Suscetibilidade à Erosão Linear e Focos Erosivos**

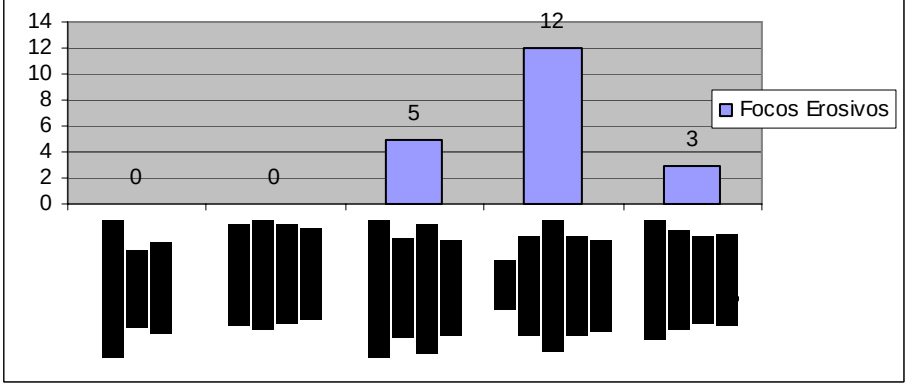



**Figura 74 - Geologia em Km²**

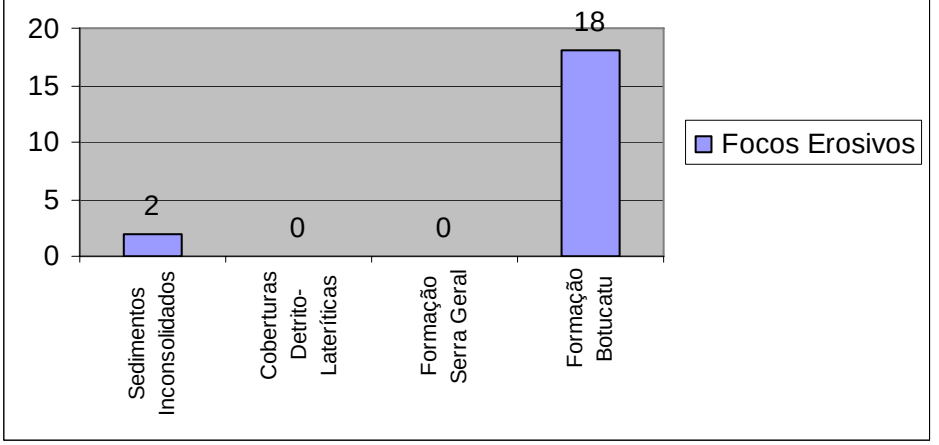
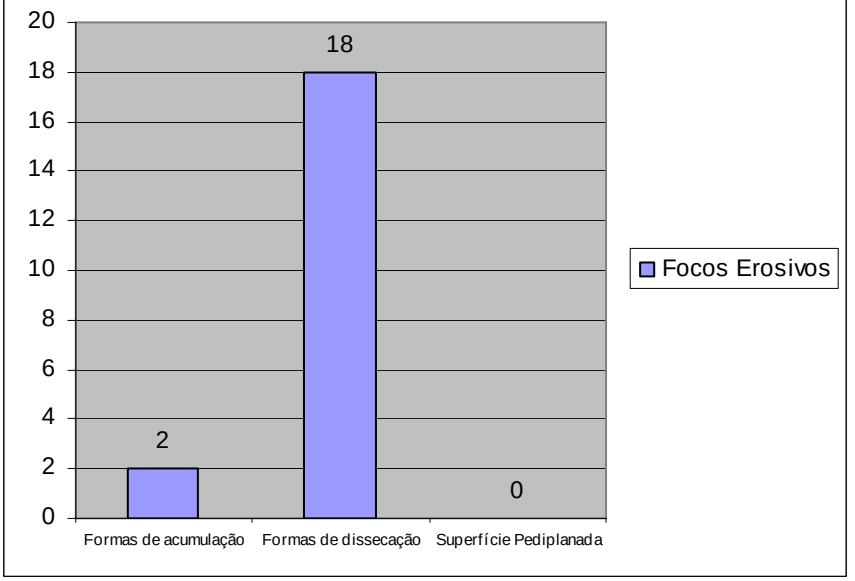



**Figura 75 - Compartimentos Geomorfológicos em Km²**



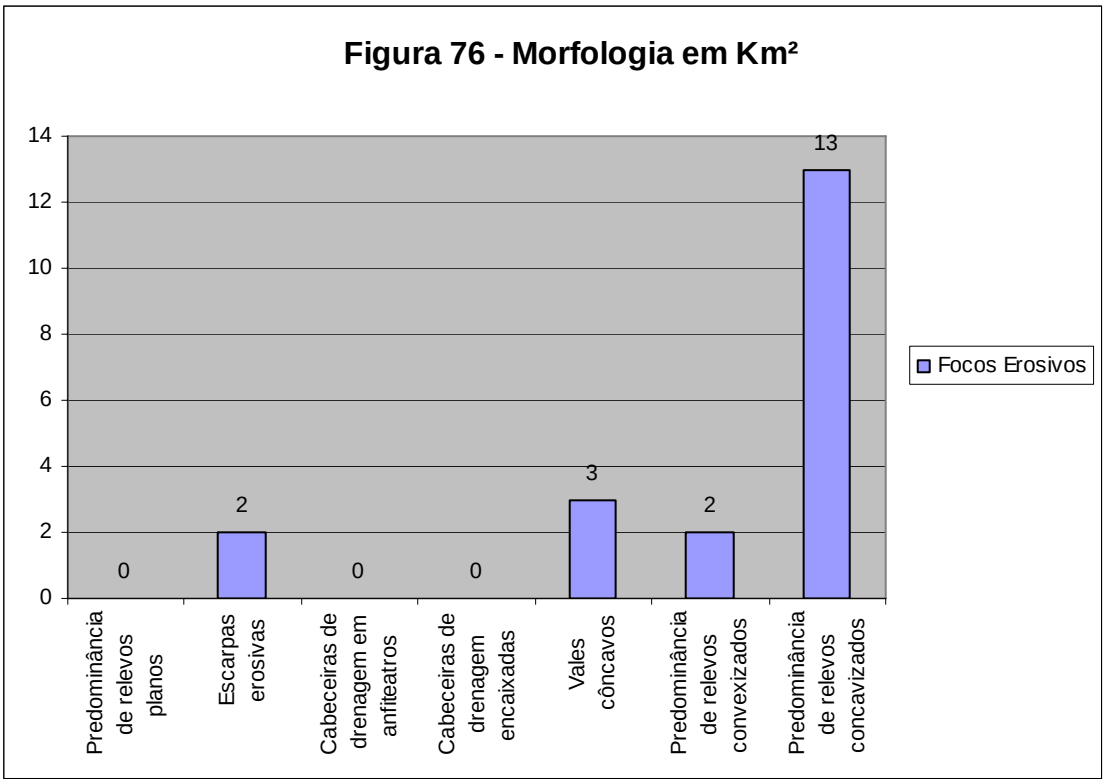


Figura 76 - Morfologia em Km²
14
12
10
8
6
4
2
0
0
2
0
0
3
2
13
Predominância de relevos planos
Escarpas erosivas
Cabeceiras de drenagem em anfiteatros
Cabeceiras de drenagem encaixadas
Vales côncavos
Predominância de relevos convexizados
Predominância de relevos concavizados
Focos Erosivos

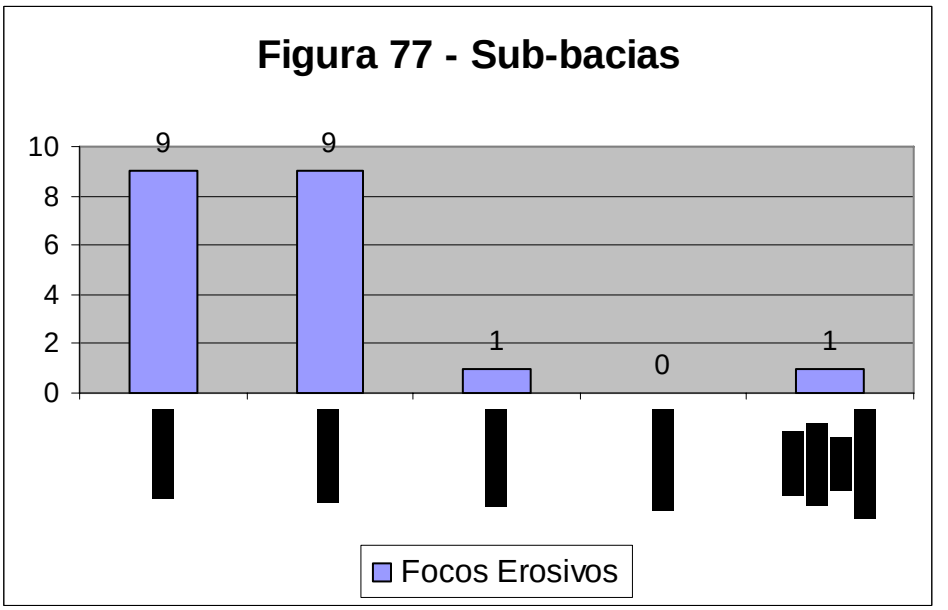


Figura 77 - Sub-bacias
10
8
6
4
2
0
9
9
1
0
1
Focos Erosivos

Em síntese pela análise das tabelas, gráficos e mapas em síntese, o perfil de distribuição dos focos é o seguinte:

1. 96% encontra-se em área dos arenitos da Formação Botucatu alterados e transformados em solos
2. 80% em solos Neossolos Quartzarênicos finos a muito finos, Neossolos Quartzarênicos hidromórficos associadas com Gleissolos nos fundos de vale.
3. 96% no compartimento dissecado (zona rebaixada), onde dominam nos relevos concavizados (65%) e nos vales concavizados (15%) que correspondem aos embaciados que alojam as nascentes.
4. 58% em canais de 2ª. Ordem e secundariamente de 1ª. Ordem, (25%) portanto são de áreas nascentes onde os freáticos costumam ser rasos; dominam nas sub-bacias I e II;
5. 50% em áreas de Densidade de drenagem mediana;
6. 50% em altitudes entre 825-775m e 40% entre 725 e 775m.
7. 80% em declives de 6-12%
8. 70% em área de precipitação mais elevada, numa primeira aproximação, supostamente sujeitas a altas intensidades de episódios de chuva de curta duração, concentrados em outubro e fevereiro, superiores a 40mm/h.
9. 80% em áreas de agricultura e pastagem.
10. 80% em área de discrepância muito alta somada a 20% de máxima discrepância.
11. 80% em áreas sem práticas conservacionistas, não raro ligadas a fundos de vale e nascentes, parcial ou totalmente desmatadas e substituídas por pastagens e áreas agrícolas próximo ao limites com as áreas de pastagem.
12. 60% em áreas muito suscetíveis a ravinas e pouco a voçorocas contra apenas 25% em áreas moderadas a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas..
13. 60% em áreas com aptidão restrita a lavouras e pastagem, mesmo com manejos desenvolvidos, isto é, com alto padrão tecnológico, que se somam a 25% de áreas sem aptidão.
14. 41% em áreas de classe de capacidade do grupo B classe IV com restrição para atividade agrícola e pastagem.

12.70% em áreas de risco alto, somado a 20% de risco iminente.

Esse perfil confirma a teoria a respeito de processos erosivos lineares consultada na literatura especializada.

## 2. DISTRIBUIÇÃO EROSIVA NAS PROPRIEDADES RURAIS

Metodologia

*A análise da distribuição dos focos erosivos pelas propriedades rurais resultou do lançamento dos focos na carta base das propriedades elaborada pela TERRACARTA (2001), seguido da contagem do número de focos por propriedade e cálculo da porcentagem em relação ao total de focos. Paralelamente para se proceder a uma avaliação sobre o tipo de propriedade em que se encontram, juntou-se as áreas das propriedades rurais e hierarquizou-se as mesmas por ordem decrescente, o que permitiu verificar a maior concentração de focos por tamanho de propriedade.*

*Resultados e Discussões*

*A Tabela 23 a seguir mostra, respectivamente, a lista de propriedades rurais agrupadas para os municípios de Mineiros e Alto Taquari.*

**Tabela 23 – Dados Gerais e Nº de Erosões em 2001 (Fonte: TERRACARTA, 2000/2001)**

| Município | Nº.No Mapa | Fazenda | Área (Ha) | % | Erosões | (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mineiros | 1 | Chitolina | 816,3210 | 2,22 | 1 | 5 |
| | 2 | Fries I | 577,7891 | 1,57 | - | -5 |
| | 3 | Potrich | 629,0535 | 1,71 | 1 | 5 |
| | 4 | Sta. Helena | 2.006,8606 | 5,45 | 1 | - |
| | 5 | Fries II | 393,9551 | 1,07 | - | - |
| | 6 | Jaboticaba | 2.660,0664 | 7,23 | - | - |
| | 7 | Flávio Trentin | 1.282,3440 | 3,48 | - | - |
| | 8 | Sélia | 1.385,2772 | 3,76 | - | - |
| | 9 | Vital Pazinato | 202,2200 | 0,55 | - | - |
| | 10 | Fr.Chitolina 2 | 194,9483 | 0,53 | - | - |
| | 11 | Babilônia | 2.858,3219 | 7,77 | 4 | 20 |
| **SUBTOTAL** | **11** | **-** | **13.007,157** | **35,34** | **7** | **35** |
| A. Taquari | 12 | Holândia | 8.285,1983 | 22,53 | 4 | 20 |
| | 13 | Cristiane | 1.021,5500 | 2,77 | - | - |
| | 14 | Cab. Alta | 1.192,3403 | 3,24 | - | - |
| | 15 | Três Fronteiras | 1.552,3985 | 4,22 | - | - |
| | 16 | Gonzales | 3.989,8578 | 10,85 | 5 | 25 |
| | 17 | Linck | 921,5112 | 2,50 | 1 | 5 |
| | 18 | Graúna | 4.758,7137 | 12,94 | 2 | 10 |
| | 19 | Olho D'Àgua I | 486,2478 | 1,32 | 1* | 25 |
| | 20 | Olho D'Àgua II | 282,0667 | 0,76 | 1* | 25 |
| | 21 | Canaã II | 1.270,0690 | 3,45 | - | - |
| **SUBTOTAL** | **10** | **-** | **23.759,53** | **64,66** | **13** | **65** |
| **TOTAL** | **21** | **-** | **36.767,11** | **100** | **20** | **100** |

* é a mesma erosão que faz divisa entre as duas propriedades

*Pode-se constatar por essa tabela 23, além da média geral que fica em 1 foco por propriedade, percebe-se também que das 21 propriedades existentes na área em 2001 (TERRACARTA, 2001), 11 situam-se em Mineiros e 10 em Alto Taquari, com respectivamente 7 e 13 focos erosivos. Entretanto, quanto à dimensão das propriedades, 64,66% da área situa-se neste último município, correspondendo a 23.759,53ha e o restante em Mineiros. Quanto ao número de focos, ele é menor do lado goiano, mas concentrados em apenas 4 das 11 Fazendas (Chitolina, Potrich, Sta. Helena e Babilônia) e quase o dobro do lado matogrossense, 13 focos concentrados em 6 das 13 Fazendas (Holândia, Gonzáles, Linck, Graúna, Olho D'Água I e Olho D'Água II), sendo as duas primeiras as que apresentam o maior número 9 focos (45% do total). Vale lembrar que só a Holândia detem 22,53% da área total e apresenta 4 focos*.

Por outro lado, ao analisar-se a freqüência em relação ao total de focos as Fazendas Gonzáles e Babilônia, somadas, concentram 45% dos focos e as Fazendas Graúna e Holândia concentram 27,5%. Essas quatro propriedades, juntas, respondem por 72,5% do número de focos de toda a área. Como já visto, são as propriedades, dentre cerca de uma dezena delas que apresentam problemas com reservas legais, APP e outros.

A tabela 24 a seguir apresenta as áreas das Fazendas por ordem decrescente em relação à área ocupada no total e lista o número de focos, sua porcentagem em relação ao total e indica o nome das erosões, na maioria cadastradas pela CELG/METAGO/CPRM (1998). Nela destacam-se as Fazendas citadas como as maiores propriedades de toda a área, as quais todas juntas somam mais da metade da área deste plano com 54,09% do total e concentram 72,5% dos focos.

As maiores dimensões dos focos erosivos por ordem decrescente são:

**Alto Taquari** (MT)– Olho d'Água I + Olho; d'Água II (Fazendas Olho d'Água; Olho d'Água II e Canaã II), Araguainha A (Fazenda Linck) e Linck Fazenda Holândia.

**Mineiros**: Chitolina (Fazenda Chitolina), Potrich (Fazenda Potrich),Buracão A(Fazenda Babilônia)

Pelo exposto, pode-se constatar que o problema é concentrado em poucas propriedades, no entanto, como se trata de grandes propriedades elas respondem pela maior parte da área.

Ao se analisar a situação ambiental de cada fazenda e do conjunto delas, bem como o cadastro das erosões, será possível entender melhor onde as erosões se localizam e a que relacionam, sobretudo em relação ao uso e manejo das terras.

**Tabela 24 - Propriedades por Ordem de Tamanho e Erosões**

| Fazenda | Área(Ha) | % | No. F.E. | % F.E. | Município | Nom |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Holândia | 8.285,1983 | 22,53 | 3 | 15 | A.Taquari | Holând |
| Graúna | 4.758,7137 | 12,94 | 3* | 12,5* | A.Taquari | Araras |
| Gonzales | 3.989,8578 | 10,85 | 5 | 25 | A.Taquari | Araguair |
| Babilônia | 2.858,3219 | 7,77 | 4 | 20 | Mineiros | Buracão A |
| Jaboticaba | 2.660,0664 | 7,23 | - | | Mineiros | |
| Sta. Helena | 2.006,8606 | 5,45 | 1 | 5 | Mineiros | |
| Três Fronteiras | 1.552,3985 | 4,22 | - | | A.Taquari | |
| Sélia | 1.385,2772 | 3,76 | - | | Mineiros | |
| Flávio Trentin | 1.282,3440 | 3,48 | - | | Mineiros | |
| Canaã II | 1.270,0690 | 3,45 | 1* | 1,75* | A.Taquari | O |
| Cab. Alta | 1.192,3403 | 3,24 | - | | A.Taquari | |
| Cristiane | 1.021,5500 | 2,77 | - | | A.Taquari | |
| Linck | 921,5112 | 2,50 | 1 | 5 | A.Taquari | A |
| Chitolina | 816,3210 | 2,22 | 1 | 5 | Mineiros | |
| Potrich | 629,0535 | 1,71 | 1 | 5 | Mineiros | |
| Fries I | 577,7891 | 1,57 | - | | Mineiros | |
| Olho D'Àgua I | 486,2478 | 1,32 | 1* | 2,25* | A.Taquari | O |
| Fries II | 393,9551 | 1,07 | - | | Mineiros | |
| Olho D'Àgua II | 282,0667 | 0,76 | 2* | 3,5* | A.Taquari | Olho d |
| Vital Pazinato | 202,2200 | 0,55 | - | | Mineiros | |
| Fr.Chitolina 2 | 194,9483 | 0,53 | - | | Mineiros | |

Fonte**:** TERRACARTA, 2001

* são as mesmas erosões e que fazem divisa entre duas (Araras) ou três propriedades (Olho D'Água I e II)

## 3. CADASTRO DIAGNÓSTICO DAS EROSÕES

Dentre as erosões cadastradas pela CELG/CPRM/METAGO (1998), apenas 7 delas se encontram na área deste Plano. Além disso, a erosão Olho d'Àgua e Olho dÁgua I estão conectadas entre si, de modo que foram representadas em conjunto. Assim são apresentadas a seguir as Figuras 78 a 83 que mostram as dimensões e as formas desses focos, embora em escala aproximada, uma vez que no referido documento nem sempre esses dados são incluídos.

Essas figuras são acompanhadas dos dados relativos ao meio físico em que se instalaram e se desenvolveram. Pode-se perceber, em síntese, que todas elas se desenvolveram sobre solos arenosos (Neossolos Quartzarênicos) originados dos arenitos da Formação Botucatu e que se situam em concavidades do relevo. Por fim pode-se ainda constatar que a maior parte delas está conectada ao próprio rio Araguaia.

Dado o diagnóstico pode-se concluir que são voçorocas quanto à sua dinâmica atual, e que estão ativas e poderão continuar evoluindo, por isso necessitam de medidas de contenção em caráter emergencial. De maneira generalizada, com exceção da erosão Olho D´água e Olho D´água I que medem cerca de 400 e 2300 metros respectivamente, as demais possuem tamanhos que variam de 1200 a 1600 metros.

- A **erosão Santa Helena** apresenta-se ramificada apenas em seu trecho inicial, tem alturas de taludes variando entre 3 e 11 metros.

- A **erosão Chitolina** também possui ramificações laterais nos trechos inicial e médio. Estende-se por aproximadamente 1200 metros e taludes em forma de V à montante com alturas em média de 23 metros que vão se alargando à montante. Nesses pontos os taludes alcançam em média 8 metros.

- A **erosão Olho D´água** não é ramificada e tem seus taludes variando entre 8 e 24 metros de altura. Já a **erosão Olho D´Água II** possui ramificações no seu trecho inicial e médio, com taludes que medem entre 6 e 30 metros de altura.

- A **Erosão Link** é bastante ramificada em seu trecho inicial, possuindo várias cabeceiras que se afunilam no seu trecho médio, que por sua vez se alonga pelos 1600 metros aproximados que possui em seu percurso.

- As **erosões Holândia e Araras** se ramificam, e possuem respectivamente 1400 e 1200 metros. A altura dos taludes também são semelhantes, variando entre 6 e 10 metros de altura.

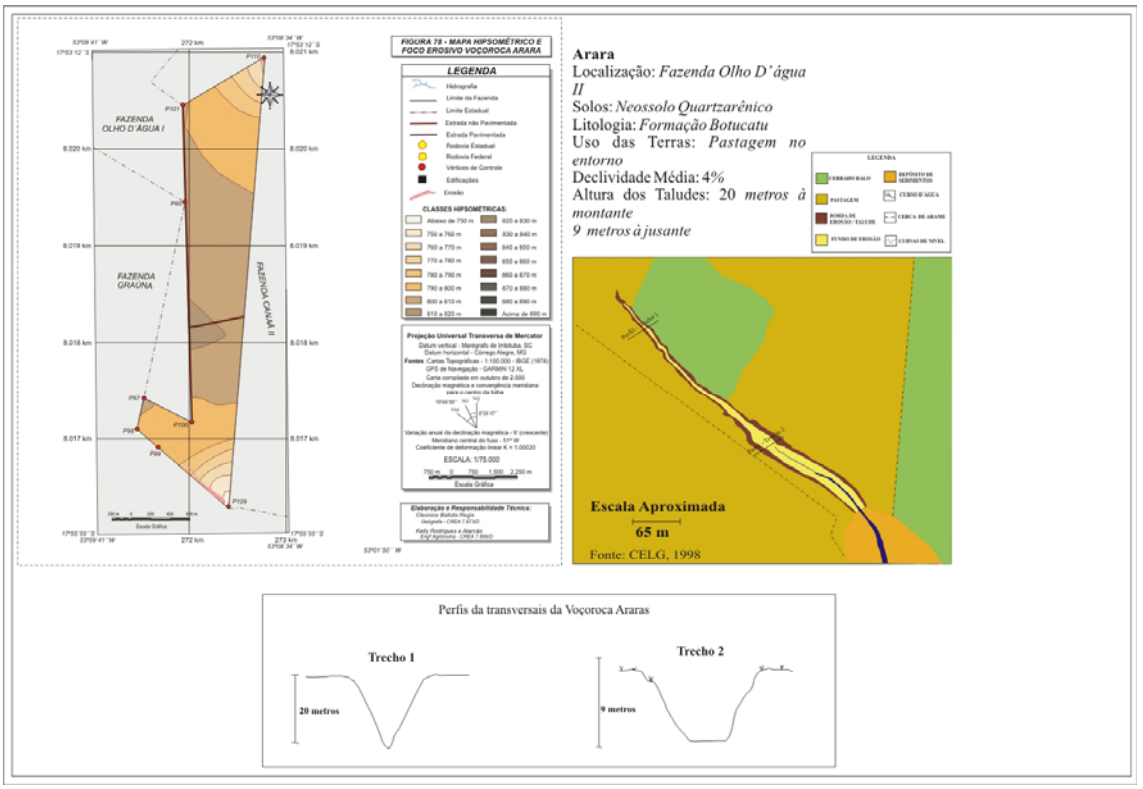


FIGURA 78 - MAPA HIPSOMÉTRICO E FOCO EROSIVO VOÇOROCA ARARA
LEGENDA
FAZENDA OLHO D'ÁGUA I
FAZENDA GRAÚNA
FAZENDA CANAÃ II
Arara
Localização: Fazenda Olho D'água II
Solos: Neossolo Quartzarênico
Litologia: Formação Botucatu
Uso das Terras: Pastagem no entorno
Declividade Média: 4%
Altura dos Taludes: 20 metros à montante
9 metros à jusante
Escala Aproximada
65 m
Fonte: CELG, 1998
Perfis da transversais da Voçoroca Araras
Trecho 1
20 metros
Trecho 2
9 metros

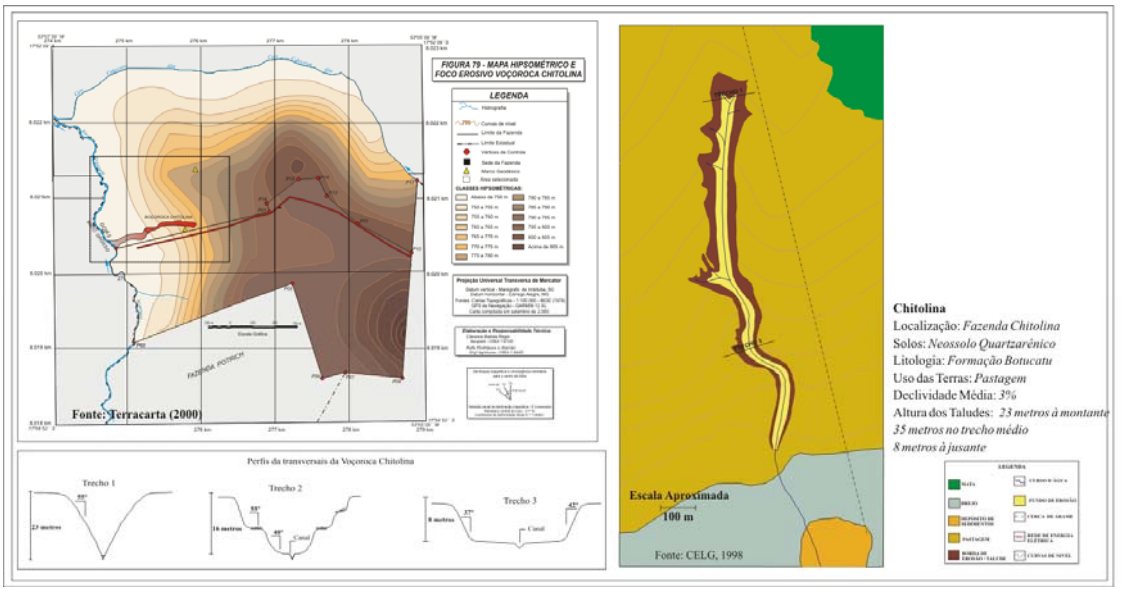


FIGURA 79 - MAPA HIPSOMÉTRICO E FOCO EROSIVO VOÇOROCA CHITOLINA
LEGENDA
Fonte: Terracarta (2000)
Perfis da transversais da Voçoroca Chitolina
Trecho 1
Trecho 2
Trecho 3
Escala Aproximada
100 m
Fonte: CELG, 1998
Chitolina
Localização: Fazenda Chitolina
Solos: Neossolo Quartzarênico
Litologia: Formação Botucatu
Uso das Terras: Pastagem
Declividade Média: 3%
Altura dos Taludes: 23 metros à montante
35 metros no trecho médio
8 metros à jusante

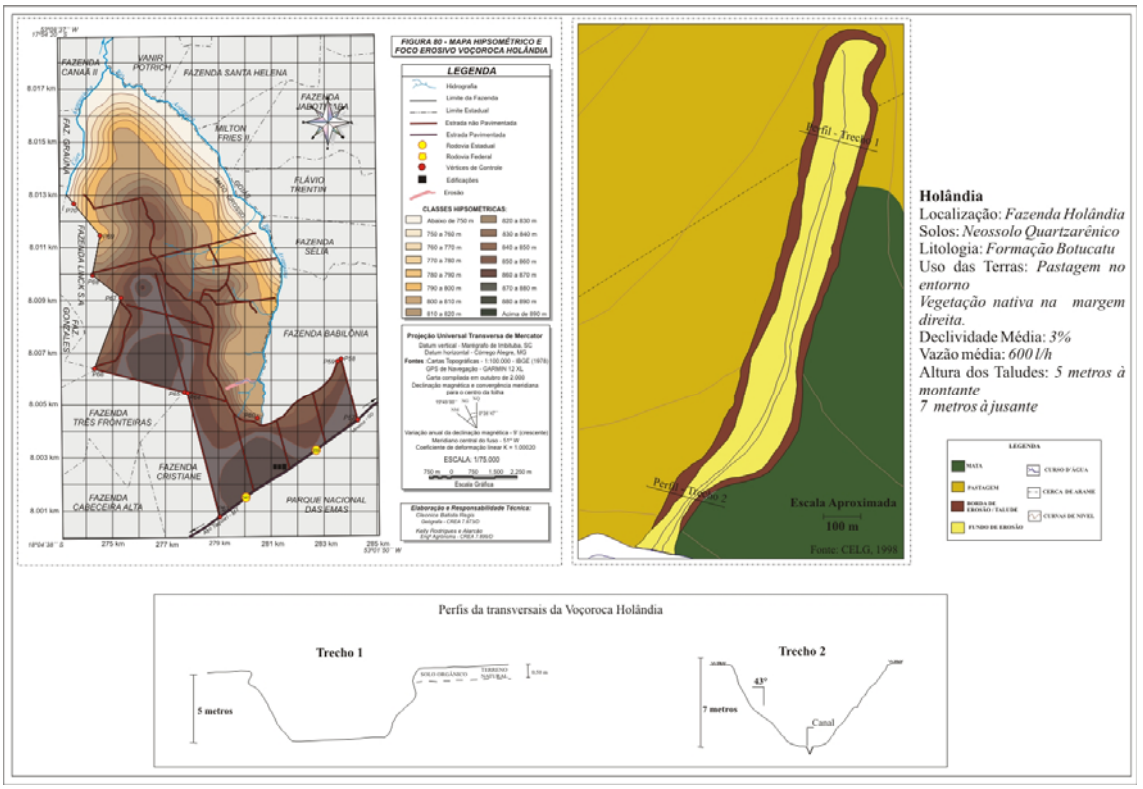


FIGURA 80 - MAPA HIPSOMÉTRICO E FOCO EROSIVO VOÇOROCA HOLÂNDIA
LEGENDA
FAZENDA CANAÃ II
FAZENDA SANTA HELENA
FAZENDA JABOTICABA
FAZENDA SELIA
FAZENDA BABILÔNIA
FAZENDA TRÊS FRONTEIRAS
FAZENDA CRISTIANE
FAZENDA CABECEIRA ALTA
PARQUE NACIONAL DAS EMAS
Perfil - Trecho 1
Perfil - Trecho 2
Escala Aproximada
100 m
Fonte: CELG, 1998.
Holândia
Localização: Fazenda Holândia
Solos: Neossolo Quartzarênico
Litologia: Formação Botucatu
Uso das Terras: Pastagem no entorno
Vegetação nativa na margem direita.
Declividade Média: 3%
Vazão média: 600 l/h
Altura dos Taludes: 5 metros à montante
7 metros à jusante
Perfis da transversais da Voçoroca Holândia
Trecho 1
5 metros
Trecho 2
7 metros
43°
Canal

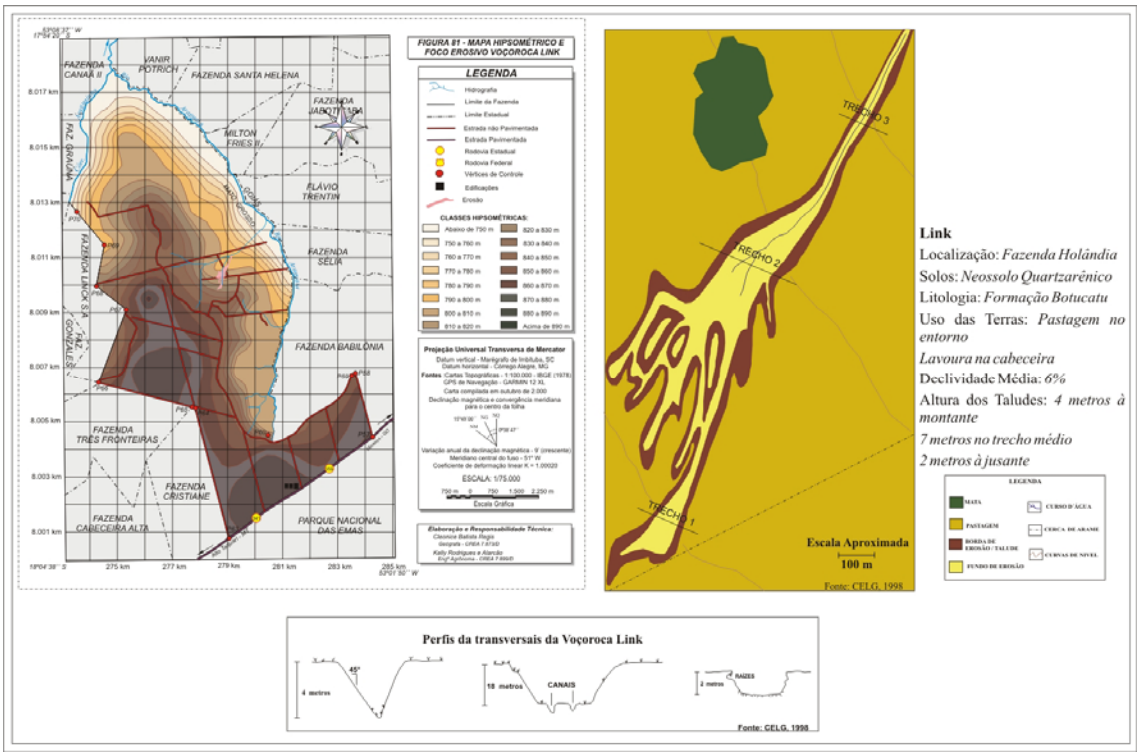
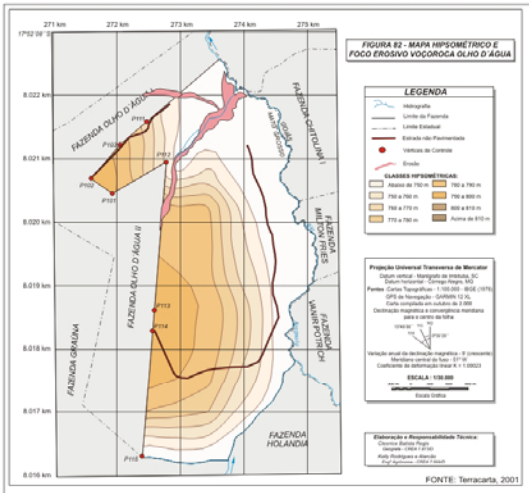
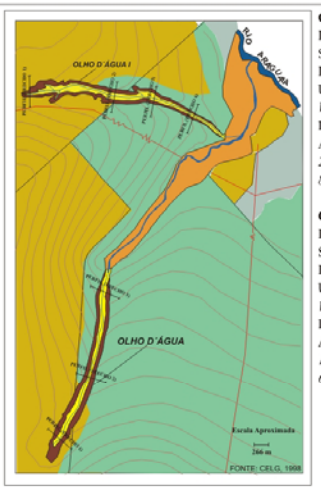


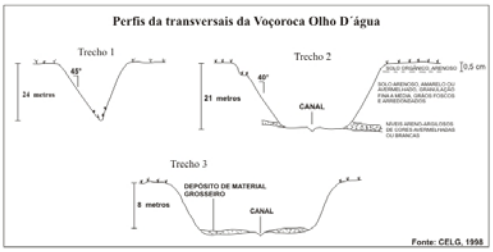
FIGURA 81 - MAPA HIPSOMÉTRICO E FOCO EROSIVO VOÇOROCA LINK
LEGENDA
Hidrografia
Limite da Fazenda
Limite Estadual
Estrada não Pavimentada
Estrada Pavimentada
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Vértices de Controle
Edificações
Erosão
CLASSES HIPSOMÉTRICAS:
Projeção Universal Transversa de Mercator
ESCALA: 1/75.000
Escala Gráfica
Elaboração e Responsabilidade Técnica:
FAZENDA CANAÃ II
VANIR POTRICH
FAZENDA SANTA HELENA
MILTON FRIES II
FLÁVIO TRENTIN
FAZENDA SELIA
FAZENDA BABILÔNIA
FAZENDA TRES FRONTEIRAS
FAZENDA CRISTIANE
FAZENDA CABECEIRA ALTA
PARQUE NACIONAL DAS EMAS
TRECHO 3
TRECHO 2
TRECHO 1
Escala Aproximada
100 m
Fonte: CELG, 1998
Link
Localização: Fazenda Holândia
Solos: Neossolo Quartzarênico
Litologia: Formação Botucatu
Uso das Terras: Pastagem no entorno
Lavoura na cabeceira
Declividade Média: 6%
Altura dos Taludes: 4 metros à montante
7 metros no trecho médio
2 metros à jusante
LEGENDA
MATA
PASTAGEM
BORDA DE EROSÃO / TALUDE
FUNDO DE EROSÃO
CURSO D'ÁGUA
CERCA DE ARAME
CURVAS DE NIVEL
Perfis da transversais da Voçoroca Link
4 metros
45°
18 metros
CANAIS
2 metros
RAIZES
Fonte: CELG, 1998

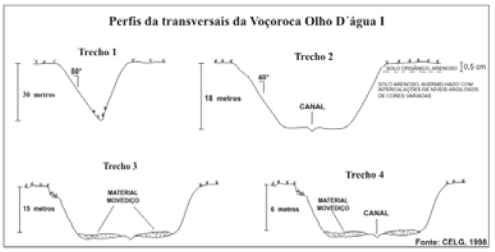



**Olho D´água**
Localização: *Fazenda Olho D´água*
Solos: *Neossolo Quartzarênico*
Litologia: *Formação Botucatu*
Uso das Terras: *Pastagem na margem esquerda*
*Vegetação nativa na margem direita*
Declividade Média: *3%*
Altura dos Taludes: *24 metros à montante*
*21 metros no trecho médio*
*8 metros à jusante*

**Olho D´água I**
Localização: *Fazenda Olho D´água*
Solos: *Neossolo Quartzarênico*
Litologia: *Formação Botucatu*
Uso das Terras: *Pastagem na margem esquerda*
*Vegetação nativa na margem direita*
Declividade Média: *4%*
Altura dos Taludes: *30 metros à montante*
*18 metros no trecho médio*
*6 metros à jusante*



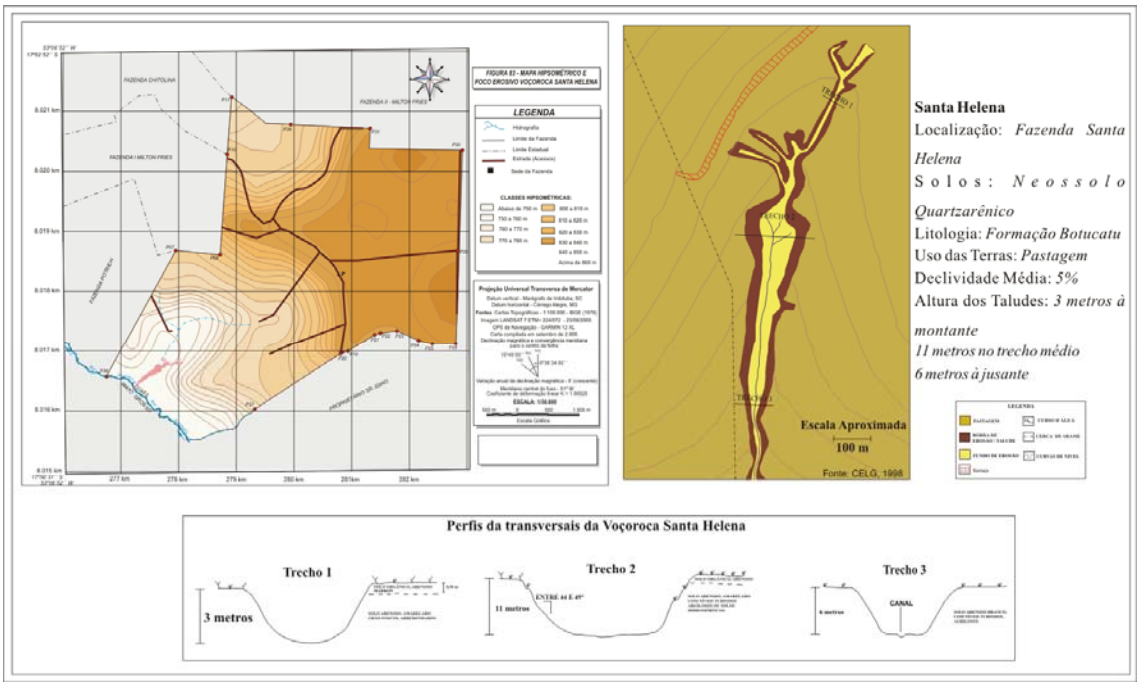


FIGURA 03 - MAPA HIPSOMÉTRICO E FOCO EROSIVO VOÇOROCA SANTA HELENA
LEGENDA
Hidrografia
Limite da Fazenda
Limite Estadual
Estrada (Acessos)
Sede da Fazenda
CLASSES HIPSOMÉTRICAS:
FAZENDA CHITOLINA
FAZENDA II - MILTON FRIES
FAZENDA I MILTON FRIES
Escala Aproximada
100 m
Fonte: CELG, 1998
Santa Helena
Localização: Fazenda Santa Helena
Solos: Neossolo Quartzarênico
Litologia: Formação Botucatu
Uso das Terras: Pastagem
Declividade Média: 5%
Altura dos Taludes: 3 metros à montante
11 metros no trecho médio
6 metros à jusante
Perfis da transversais da Voçoroca Santa Helena
Trecho 1
3 metros
Trecho 2
11 metros
Trecho 3
6 metros
CANAL

# ESTUDO ULTRADETALHADO DOS SOLOS E DA DINÂMICA DO VOÇOROCAMENTO CHITOLINA (MINEIROS-GO)

Este item refere-se à compilação e organização dos levantamentos topográficos e pedológicos em escala de ultradetalhe desenvolvidos por consultores e colaboradores da Fundação Emas para o projeto de Recomposição das Nascentes do Araguaia, focados numa voçoroca e dos solos dela e de sua área de contribuição, situada na Fazenda Jacuba, conhecida como Chitolina, que também é o nome do foco erosivo. Essa área foi selecionada para estudos ultradetalhados no âmbito dos solos e do seu comportamento físico-hídrico, pelo fato de conter o maior foco erosivo do lado goiano na área, situada na área A, esta considerada prioritária do referido projeto, como já exposto.

Metodologia dos Levantamentos Topográficos

Os levantamentos topográficos foram realizados pela empresa TERRACARTA Ltda. para a área da Voçoroca Chitolina, na escala 1:3. 000 e maiores para os cortes e seções, através de geodésia de precisão como já apresentado no item relativo à elaboração das bases cartográficas.

O quadro-resumo a seguir mostra mais detalhes do levantamento planialtimétrico.

**Mapa de Planialtimetria da Área Chitolina e Entorno (adaptação da TERRACARTA, 2001)**

**Área mapeada** - ± 280 hectares)

**Nível de Detalhamento**: curvas de nível com eqüidistância de 1 metro para o mapa planialtimétrico e de 20 metros para as secções transversais da voçoroca que deram origem ao cálculo de volume total de solo que já foi transportado para o leito do Rio Araguaia

**Georreferenciamento**: pelo Sistema Geodésico Brasileiro, através da rede de Marcos Geodésicos implantados pelo IBGE.

**Equipamento utilizado**: GPS Geodésico (portadora L1/L2) e Estação Total Leica

**Locação de pontos**: todos os pontos de prospecção de solos e rochas (Sondagens Rasa, Sondagem Profunda e Trincheiras) como apoio aos trabalhos da EMBRAPA – Jaguariúna – SP. Implantação de dois (2) marcos geodésicos para apoiar os trabalhos de topografia informatizada.

**Elaboração de mapas e perfis** – com auxílio de técnicas de geoprocessamento e de cálculos rotineiros em topografia.

**Produtos**: Mapa Planialtimétrico, Perfis topográficos laterais (Bordo Esquerdo e Bordo Direito) e do eixo da Voçoroca Chitolina e Mapa Diagrama (Bloco 3D) da Chitolina e Entorno.

Metodologias de Estudo dos Solos

Os estudos de solos foram realizados por Boulet (2001) com apoio de técnicos e laboratóriosda FIMES de Mineiros (GO) e da EMBRAPA-CNPMA de Jaguariúna (SP) e envolveram várias fases: Análise Geomorfológica, Levantamento e Cartografia de solos acompanhado da Análises Físicas e Químicas e Ensaios de Campo e Laboratório e Análise do Comportamento Pluviométrico e Hidrológico. Alguns ensaios de laboratório e de campo por estarem incompletos ou terem sido interrompidos macro/microporosidades, prezometria).

Análise Geomorfológica

O Quadro-resumo a seguir apresenta a síntese das atividades e produtos:

**ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DA ÁREA DA VOÇOROCA CHITOLINA (resumida de Boulet, 2001)**

- **Fotointerpretação –** foi feita sobre as fotos aéreas já citadas, acompanhada de verificações em campo. As principais feições do relevo, essencialmente as rupturas de declive e os eixos de drenagem foram observadas e traçadas sobre *overlay.* A partir desse traçamento foram identificadas as formas resultantes e sua distribuição, destacando-se as superfícies topográficas, as escarpas, a forma em berço que prolonga a voçoroca e a planície do rio Araguaia. A Fotointerpretação também serviu de apoio para o Levantamento e Cartografia de Solos.
- **Acompanhamento da evolução da Erosão Chitolina** – foi feita através de Imagens Landsat, na escala 1:100. 000 (já citadas), referentes aos anos 1984 e 1999.
- **Entrevistas com os antigos e o atual proprietário da área** - para complementar o conhecimento da evolução da voçoroca ao longo do tempo, respectivamente os Srs. Azarias Clarimundo (Didi Mundinho), Pazinato e Francisco Chitolina, e os vizinhos Sr. Timóteo Cruciol e Sr. Fries. Foram também entrevistados os Srs. Onildo Vilella, Dirceu L. Flurian e Waldumiro, Wanderley e Olnei Garaffa,“proprietários de voçorocas”.
- **Sobrevôo** da área em novembro/2000 para documentar o estado atual das voçorocas, em fita de vídeo e fotos e compará-lo com o vídeo gerado em 1995.
- **Produtos** - Mapa Geomorfológico com nota explicativa, vídeo e fotos.

Levantamento e Cartografia dos solos

No que se refere ao estudo detalhado dos solos e suas características físico-hídricas e relações com a voçoroca Chitolina, foram empreendidas as seguintes atividades conforme o resumo no quadro a seguir:

**PRINCIPAIS ETAPAS DA PESQUISA SOBRE SOLOS DA ÁREA DA VOÇOROCA CHITOLINA (resumido de Boulet, 2001**).

**- Reconhecimento do Material (Solos e Rochas)** - feito através de numerosas trincheiras e tradagens rasas e profundas dispostas em retículo, compondo uma rede de pontos, incluindo três secções topográficas (toposseqüências), todas cortando as curvas de nível para observação da disposição lateral dos solos. A *descrição morfológica e coleta dos perfis de solo em trincheiras* foram feitas segundo metodologia de Lemos & Santos (1996) e identificação e classificação dos solos com base em OLIVEIRA et al. (1992); CAMARGO et al. (1987) e no sistema da EMBRAPA (1999). Ao todo, foram estabelecidos 74 pontos de coleta de amostras de solo, distribuídos em 16 trincheiras, 30 tradagens rasas e 28 tradagens profundas. As trincheiras e tradagens rasas obedeceram à profundidade padrão de 1,20 m ao passo que as tradagens profundas, salvo algumas exceções, chegaram a 8,0 m, tendo como instrumento o trado manual. Foi também realizado reconhecimento dos solos e das rochas fora da área da Chitolina com o intuito de melhor caracterizar o substrato rochoso e suas relações com os solos da área da voçoroca.

- **Coletas de amostras de solo -** As amostragens foram realizadas nas profundidades de 0 – 20; 20 – 40; 40 – 60; 60 – 80; 80 – 100 e 100 – 120 cm. Todos os locais de coleta foram demarcados no mapa elaborado em escala 1:3.000. Perfis completos de todas as unidades de solos foram descritos e coletados para caracterização física e química.

- **Análises físicas e químicas convencionais** - Todas as análises físicas e químicas de solos das trincheiras, exceto o Ferro Total ( $Fe_2O_3$ ) foram realizadas pelo Laboratório de Solos do IPAF pertencente à FIMES - Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior de Mineiros - GO, obedecendo os métodos adotados pela Embrapa Solos (1997). As análises das amostras coletadas nas tradagens, as análises de Ferro Total e de estabilidade de agregados foram realizadas pelo Laboratório de Física e Mineralogia do Solo da Embrapa Meio Ambiente em conformidade com os métodos adotados pelo Instituto Agronômico de Campinas (Camargo et al., 1986).

**- Análises e ensaios físico-hídricos** - para a caracterização da textura, da macro e micro porosidade e da condutividade hidráulica saturada dos solos, foi utilizada a metodologia da Embrapa (1997). As medidas de infiltração foram feitas em campo, utilizando-se a técnica do duplo cilindro.

**- Instalação e leituras de dois piezômetros** - foram instalados dois piezômetros à jusante da voçoroca, em T18 e T18a, únicos pontos onde o lençol foi atingido a menos de 10m de profundidade, sendo um mais raso e outro mais profundo, as leituras foram mensais com duração de aproximadamente um ano (2000-2001)

**- Coleta e tratamento de dados pluviométricos** da Fazenda Graúna e da cidade de Mineiros para uma avaliação aproximativa da distribuição anual das chuvas e das relações entre as chuvas e o nível freático, esta entre 2000 e 2001.

**- Produtos**: mapas de solos, seções topográficas de solos (topossequências) com representações das texturas de solos, caracterização morfológica e analítica de perfis de solo representativos, tabelas e gráficos de chuvas, tabelas piezométricas,interpretação da dinâmica da voçoroca.

Convém observar que os critérios para o estabelecimento das unidades de solos foram foram aqueles baseados em Horizontes diagnósticos, a saber:Horizonte A moderado e A proeminente, o Horizonte B latossólico e o Horizonte turfoso, cujos atributos foram:.

a) atividade da fração argila (T)

b) saturação por bases (V%)

c) caráter alumínico

d) argila dispersa em água (ADA %)

e) cor e teor de óxidos de ferro

**1. Análise Geomorfológica**

O mapa geomorfológico a seguir (Figura 84) permite constatar a presença de três superfícies topográficas que aparecem nitidamente na área que envolve a voçoroca Chitolina e que se estendem até a borda da Chapada.

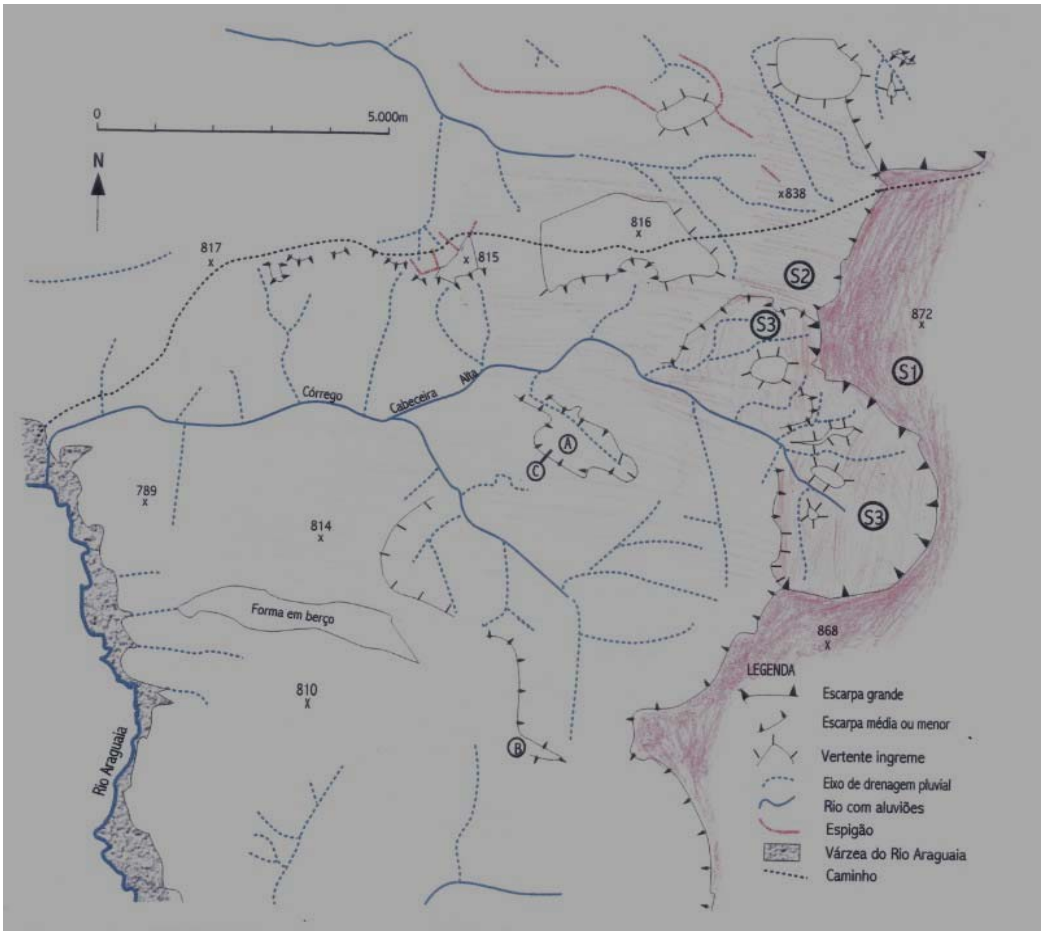



Figura 84 – Mapa Geomorfológico (Fonte: Boulet,2001)

As características dessas superfícies são as seguintes:

- **Superfície S1 -** situa-se a montante (leste), em forma de um platô muito plano e horizontalizado, altitude em torno de 870m (IBGE, 1978), correspondente à Chapada. Ela apresenta-se limitada por uma escarpa que, localmente, delimita um anfiteatro[6] com cerca de 4 km de diâmetro. Fora do anfiteatro o desnível da escarpa é da ordem de 20m (escarpa média) e dentro esse desnível duplica (escarpa grande), assim como num outro anfiteatro localizado mais ao norte e do qual somente o início aparece na foto aérea utilizada.

**- Superfície (S2)** – situa-se no pé da escarpa, fora dos anfiteatros, com relevo suave e bastante entalhado por eixos de drenagem (raros em S1), dominada por testemunhas de uma superfície ondulada, da qual resta ainda a estabelecer a relação com S1. Estas testemunhas são delimitadas por escarpas ao sul, em direção ao Córrego Cabeceira Alta, ou por vertentes íngremes.

**- Superfície (S3)** -em frente às bordas do anfiteatro, a superfície S2 está cortada por uma segunda escarpa, ao pé da qual se desenvolve uma terceira superfície (S3). Esta segunda escarpa vem se juntar à primeira, duplicando seu desnível. Dentro do anfiteatro, entre os eixos de drenagem que se juntam para formar o Córrego Cabeceira Alta, permanecem as testemunhas da S2, delimitadas por vertentes íngremes ou por escarpa.

A sudoeste, (em frente de um avanço da primeira escarpa e separada desta por um colo de 1km de largura), forma-se outra escarpa (escarpa oeste) que se prolonga para o norte por uma vertente íngreme, envolvendo assim os afluentes da montante do Córrego Cabeceira Alta. Esta escarpa apresenta no seu topo um solo argilo-arenoso vermelho (latossolo) rico em blocos de couraça formada sobre o arenito Botucatu e contendo abundantes quartzos finos. No pé da escarpa, uma tradagem de 8,5m metros mostrou, dentro deste latossolo, quatro níveis nodulares (restos de couraça) e a passagem ao material arenoso de alteração do arenito Botucatu a 8,3m.

No centro do interflúvio entre o Córrego Cabeceira Alta e seu principal afluente, situa-se um afluente do primeiro que entalha fortemente o topo do interflúvio e cuja

[6] Na realidade, há vários anfiteatros, mas somente este aparece completo na foto aérea utilizada (1966).

bacia está delimitada por uma escarpa (ver A no mapa geomorfológico). A observação da escarpa (ver corte C no mapa geomorfológico) forneceria, provavelmente, uma das chaves para o entendimento das variações da textura dos solos.

A vertente entalhada pela escarpa comporta uma cobertura pedológica argilo-arenosa (25-40% de argila) com blocos de couraça. Esta cobertura formou-se a partir da couraça (Nahon et al., 1989, Bilong et al., 1992, Filizola et al., 1996) que se desenvolveu sobre a formação Botucatu há aproximadamente 50 milhões de anos, no Eoceno médio (Tardy, 1993).

O topo da escarpa corta esta cobertura e depois atinge o material de alteração arenoso do Botucatu. Os solos do vale são muito arenosos. Assim, as variações da textura, neste caso, são resultado da incisão pela topografia atual da topografia da cobertura argilo-arenosa formada a partir da couraça do Eoceno médio. Todas as escarpas médias visitadas fora do platô são mantidas pela mesma cobertura argilo-arenosa contendo blocos de couraça.

Para oeste, a vertente direita do rio Araguaia, que parte do reverso da escarpa oeste, é de relevo suave, de cerca 5 a 6 km de comprimento e comporta a jusante quatro eixos de drenagem, afluentes do Araguaia. Um destes coincide com o eixo onde se desenvolveu a voçoroca Chitolina. Este eixo drenava, como agora o faz o canal da Chitolina, uma bacia em forma de berço muito aberto de 4 km de comprimento e de 500 a 700m de largura.

A ocorrência de blocos de couraça ferruginosa no depósito basal da voçoroca Chitolina dado o seu tamanho (mais de 1m de diâmetro) e peso somente pode ser devido a um escoamento fluído ou semi-fluído brutal e considerável, como uma corrida de lama, de uma competência excepcional, assim como prismas do perfil observado no canal de mais de 60 cm de altura e 50cm de largura, associando a turfa e a argila branca subjacente e demonstra que a abertura da Chitolina se fez muito rapidamente, num fenômeno cataclísmico, o que já sugeria o testemunho do Sr. Pazinato.

O fenômeno teria dois episódios de abertura da voçoroca Chitolina. O primeiro deixou um canal e um depósito a esquerda dos atuais. O segundo depositou o recobrimento e abriu o caminho do atual canal, projetou os blocos de couraça e os prismas de perfis observados atualmente na margem deste canal. A abertura do canal teve continuidade com o escoamento regular da voçoroca, que deu a este sua configuração atual à semelhança de um delta. Após estes dois episódios, a Chitolina funcionou como toda voçoroca, por escavação da base de suas paredes pela saída do

lençol e desmoronamento de grandes blocos assim desestabilizados, associados ao águas de escoamento superficiais.

Pelo exposto, percebe-se que uma superfície mais antiga (S1) com uma cobertura mais argilosa e encouraçada está sendo dissecada, porém de maneira mais lenta, restando testemunhas desse processo geomorfológico mais recente, que se constituem em superfícies (S2 e S3) escalonadas marcadas por escarpas. Quanto à Chitolina, seu aparecimento teria sido cataclísmico, muito recente (há 20 anos), em dois episódios e representaria uma aceleração no tempo de processos relacionados com a dissecação comum na região. As fotos 5 e 6 a seguir ilustram o exposto.

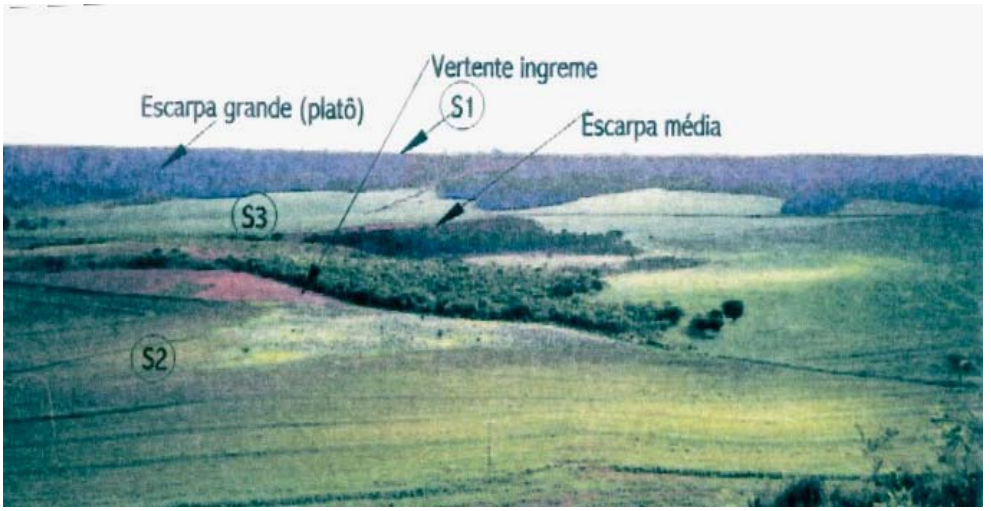



**Foto 6 – Visão Panorâmica da superfície Geomorfológica na área da voçoroca Chitolina**

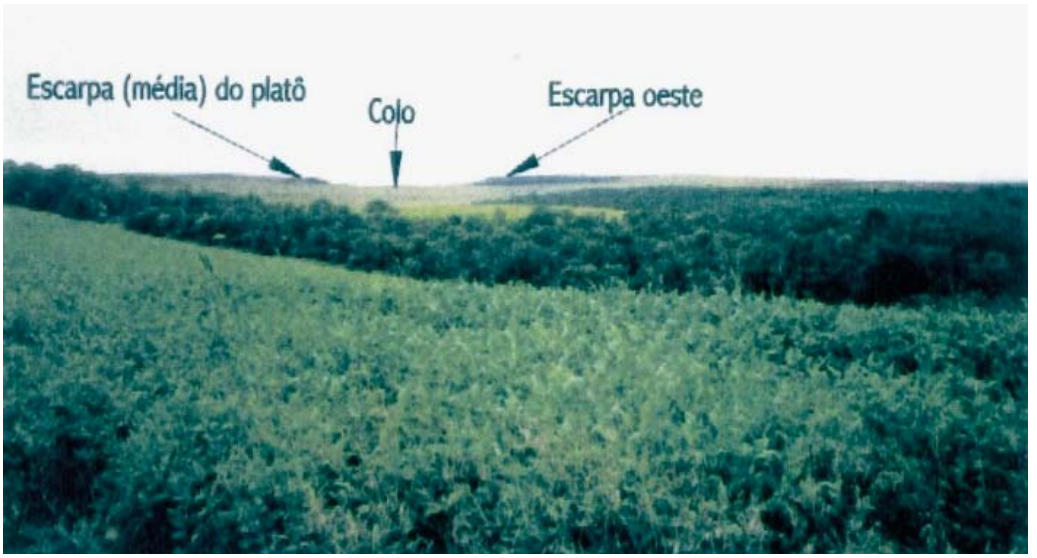



**Foto 7 – Visão Panorâmica do coloa montante da voçoroca Chitolina**

O mapa planialtimétrico (Figura 85) a seguir mostra a área da voçoroca Chitolina e seu entorno. Da observação desse mapa pode se confirmar a presença de uma zona de convergência de fluxos para o eixo da voçoroca, constituído numa zona alongada e concavizada que se prolonga longitudinalmente para montante da voçoroca formando um colo, uma espécie de protovale, em forma de berço, como revelaram a fotointerpretação geomorfológica e as observações de campo, e integra a grande área de contribuição da voçoroca, o coletor e o exutório das suas águas superficiais e subsuperficiais.

No mapa planialtimétrico simplificado a seguir é feita a indicação da posição das secções topográficas (topossequências), uma perpendicular à cabeceira da voçoroca, outra transversal ao colo e uma na base paralela ao canal atual da voçoroca.

No mapa planialtimétrico (Figura 86) também podem ser vistos os pontos de tradagens (sondagens) e de perfis de solo bem como no mapa de localização de trincheiras e tradagens a seguir.

FIGURA 85 - MAPA PLANIALTIMETRICO

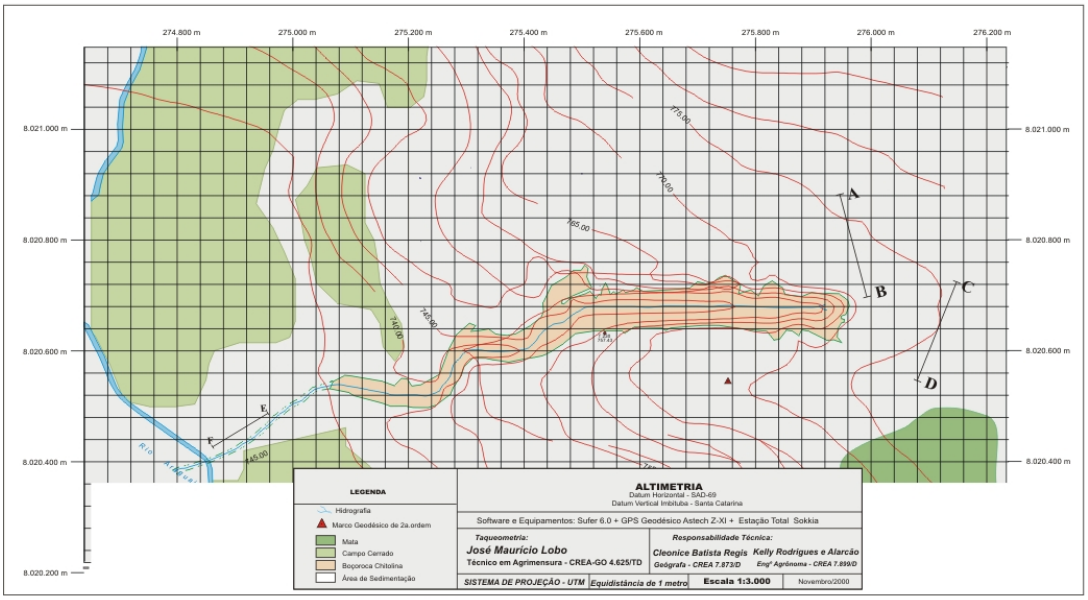
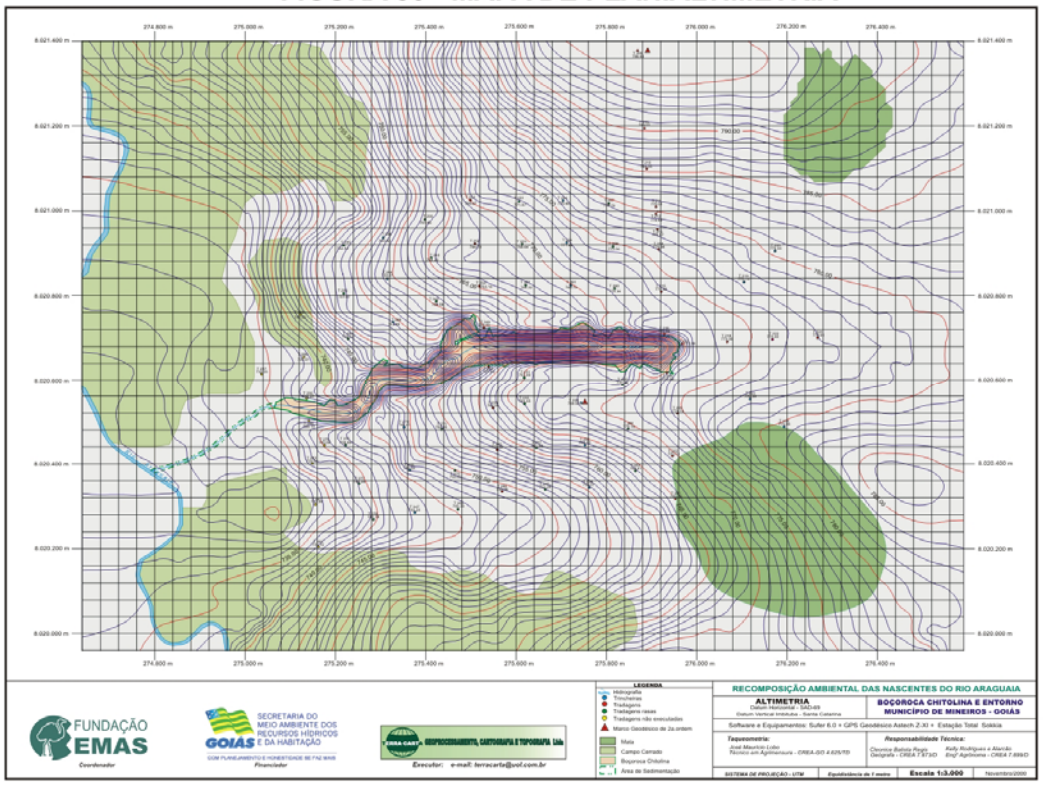


**FIGURA 86 - MAPA DE PLANIALTIMETRIA**



## DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS

Os solos identificados na área por grupamento em classes de níveis categóricos e representados no mapa de solos da área (Boulet, 2001) adiante foram:

**NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS** Órticos alumínicos e álicos.

**LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS** Distróficos típicos.

**GLEISSOLOS MELÂNICOS** Distróficos hísticos.

Resumidamente esses solos apresentam as seguintes características:

### Neossolos Quartzarênicos (RQ)

Compreende solos minerais resultantes do intemperismo de rochas sedimentares de granulação fina a média, não hidromórficos, profundos, bem drenados, com seqüência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro dos primeiros 50 cm de profundidade, baixíssimos teores de ferro. Exibem, normalmente, cerca de 95% ou mais de quartzo nas frações areia fina e areia grossa, com ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis. São os solos dominantes na área que

envolve a voçoroca “Chitolina”, onde foram abertas dezesseis trincheiras dentro de um esquema de amostragem representativo de toda a porção de maior vulnerabilidade ao voçorocamento. De um modo geral, na área, são definidos como Neossolos Quartzarênicos alumínicos e álicos (RQa). Comumente exibem seqüência de horizontes A, AC, C1 e C2, com textura muita arenosa. A Foto a seguir mostra o perfil padrão do RQ dominante na área de estudo.

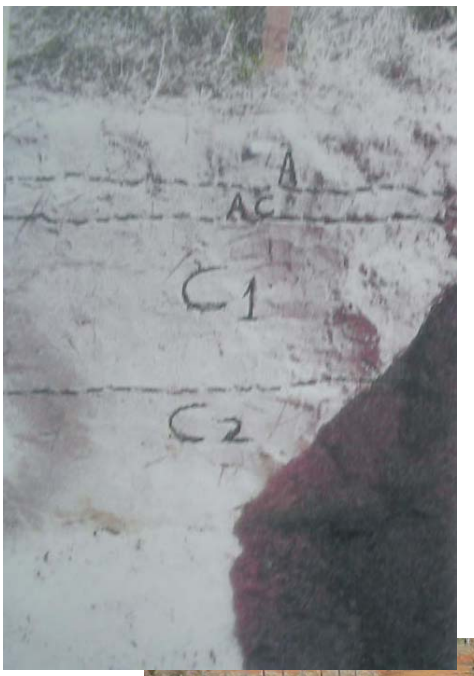



**Foto 8 – Perfil de Neossolos Quartzarênicos**

**Foto 9 - Neossolos Quartzarênicos expostos Fonte: do LABOGEF (Julho, 2001)**

**Latossolos Vermelhos-Amarelos (LVA)**

Compreende solos minerais, não hidromórficos, profundos, bem drenados, com horizonte B latossólico (Bw), baixos teores de ferro e coloração normalmente bruna a vermelho amarela a nos matizes 7.5YR ou 10YR. Ocorrem em local mais restrito na área estudada, estendendo-se mais para montante da voçoroca Chitolina. Apresentam seqüência de horizontes Ap, AB, Bw1, Bw2 e C, com textura areno-argilosa, com

estrutura fracamente desenvolvida, granular a subgranular no horizonte B. A consistência, ao longo do perfil, é friável ou muito friável (solo úmido) e ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (solo molhado). Considerando a saturação de bases e de alumínio do horizonte B e o horizonte diagnóstico superficial, foram identificados como Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos, como mostra a foto a seguir.

**Foto 10 – Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA)**

**Gleissolos Melânicos** (GM)

Compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 50cm da superfície do solo, ou a profundidade entre 50 e 125cm desde que imediatamente abaixo do horizonte A ou E. O solo desta classe é permanente ou periodicamente saturados por água. A água de saturação ou permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo.

A seguir são apresentados dois exemplos desses dois principais tipos de solos

| Descrição Morfológica |
|---|
| RQ– Neossolos Quartzarênicos, A moderado, textura arenosa ( Typic Quartzipsament – USA; Ferralic Arenosol, FAO ). |
| **Horizonte A:** 0 – 9 cm; bruna ( 7.5 YR 4/3, úmida ); arenosa; grãos simples; solta, não plástica, não pegajosa; transição clara e plana; susceptibilidade magnética ausente; muitas raízes. |
| **Horizonte AC:** 9 – 16 cm; bruna média ( 7.5 YR 4/4, úmida ); arenosa; maciça porosa; solta, não plástica, não pegajosa transição clara e ondulada. |
| **Horizonte C1:** 16 –63 cm; bruna forte ( 7.5 YR 4/6, úmida ); arenosa; maciça porosa; solta , não plástica, não pegajosa; transição difusa e plana. |
| **Horizonte C2:** 63-120 cm (+); bruna forte ( 7.5 YR 5/6, úmida ); arenosa; maciça porosa; solta, não plástica, não pegajosa. |

Fonte: (Boulet, 2000)

presentes na área, a título de ilustração.

Os LVA na área podem estar empobrecidos em argila no Horizonte A, podendo não ultrapassar a casa dos 8% o que torna esse horizonte mais suscetível à erosão; são ácidos e pobres e apresentam teores elevados de alumínio; podem apresentar níveis nodulares de ferro quando se tornam Psamíticos. Se corrigidos, adubados e protegidos contra a erosão, costumam responder bem às atividades agrícolas, salvo quando são muito concrecionados.

Um exemplo das características morfológicas e de dados analíticos desse solo pode ser visto nas tabelas a seguir:

**Latossolo Vermelho Amarelo distrófico típico**
**Localização**: montante da cabeceira próximo do perfil anterior à direita do eixo principal da voçoroca (Trincheira 9)
**Altitude**: 776m.
**Situação e declive**: terço superior com declividade entre 5 e 6%.
**Relevo**: suave a suave ondulado.
**Vegetação atual**: Pastagem (Brachiaria decumbens).

| Descrição Morfológica |
|---|
| **LVAdq – Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos psamíticos, A moderado, textura arenosa ( Typic Quartzipsament- USA; Ferralic Arenosol, FAO ).** |
| Horizonte A: **0 - 10 cm; bruna ( 7.5 YR 4/3, úmida ); arenosa; grãos simples; solta, não plástica, não pegajosa; transição clara e plana; susceptibilidade magnética ausente; muitas raízes.** |
| Horizonte AB: **10 – 21 cm; bruna média ( 7.5 YR 4/4, úmida ); arenosa; maciça porosa; solta, não plástica, não pegajosa transição clara e ondulada.** |
| Horizonte $BW^1$: **21 –43 cm; bruna forte ( 7.5 YR 4/6, úmida ); arenosa; maciça porosa; solta , não plástica, não pegajosa; transição difusa e plana.** |
| Horizonte $BW^2$: **43-120 cm (+); bruna forte ( 7.5 YR 5/6, úmida ); arenosa; maciça porosa; solta, não plástica, não pegajosa.** |

Fonte: Boulet (2000)

## Caracterização Química

| Prof. (cm ) | pH $CaCl_2$ | M.O % | P µg/$cm^3$ | K | Ca | Mg | H+Al | $Al^3$ | S | T | V % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Meq/100 $cm^3$ | | | | | | | |
| 0-20 | 3,6 | 9 | 3 | 0,3 | 2 | 1 | 23 | 6 | 3,3 | 26,3 | 12,54 |
| 20-40 | 3,8 | 8 | 3 | 0,5 | 2 | 1 | 20 | 6 | 3,5 | 23,5 | 14,89 |
| 40-60 | 3,9 | 4 | 2 | 0,4 | 2 | 1 | 18 | 6 | 3,4 | 21,4 | 15,88 |
| 60-80 | 3,9 | 4 | 2 | 0,4 | 2 | 1 | 18 | 4 | 3,4 | 21,4 | 15,88 |
| 80-100 | 3,9 | 2 | 2 | 0,3 | 2 | 1 | 16 | 4 | 3,3 | 19,3 | 17,09 |
| 100-120 | 3,7 | 2 | 2 | 0,3 | 2 | 1 | 16 | 4 | 3,3 | 19,3 | 17,09 |
| $Fe_2O_3$ Total (Ataque sulfúrico)- prof. 20-40 cm: 0,4 % | | | | | | | | | | | |

MO- matéria orgânica; SB-soma de bases; T-capacidade de troca catiônica; V%-saturação em bases.

Fonte: (Boulet, 2000)

## Caracterização Física

| Seção | % ADA | % Argila | % Silte | % Areia Total | % Areia Grossa | % Areia Fina | % GF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 – 20 cm | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 94,0 | 37,0 | 57,0 | 33,33 |
| 20-40 cm | 1,0 | 3,0 | 2,0 | 95,0 | 38,0 | 57,0 | 66,66 |
| 40-60 cm | 1,0 | 3,0 | 2,0 | 95,0 | 38,0 | 57,0 | 66,66 |
| 60-80 cm | 4,0 | 8,0 | 1,0 | 91,0 | 36,0 | 55,0 | 50,00 |
| 80-100 cm | 4,0 | 8,0 | 1,0 | 91,0 | 35,0 | 56,0 | 50,00 |
| 100-120 cm | 4,0 | 8,0 | 1,0 | 91,0 | 35,0 | 56,0 | 50,00 |

ADA- argila dispersa em água; GF- Grau de Floculação.

Fonte: (Boulet, 2000)

Como se pode perceber são solos igualmente pobres embora menos do que os anteriores e apresentam um grau de floculação maior, o que pode explicar a menor suscetibilidade à erosão no Horizonte Bw, mas podem perder fertilidade, argila e matéria orgânica, se inadequadamente e intensivamente manejados.

VARIAÇÃO ESPACIAL DA TEXTURA DO SOLO E OS TESTES DE INFILTRAÇÃO EM TOPOSSEQUÊNCIAS (adaptado de Boulet,2001)

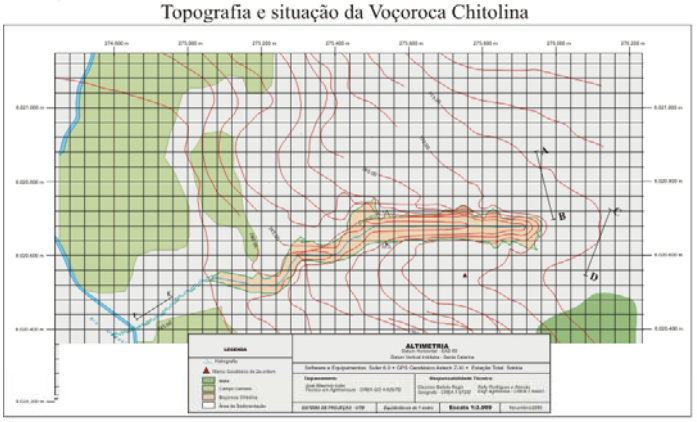
Na Figura 87 pode-se ver as 3 Topossequências estudadas.

A **Topossequência 1** com uma extensão de cerca de 700m e um desnível próximo de 20m mostra solos arenosos (Neossolos Quartzarênicos e Latossolos Vermelho-Amarelo) até cerca de 5m de espessura no trecho médio e superior e uma distribuição vertical e lateral da argila marcada pelo aumento em profundidade, abaixo de 1 m, lateralmente à jusante. Revelam uma concordância no segmento superior com a topografia atual e uma relativa discordância no segmento inferior onde aumenta consideravelmente o teor de argila, relacionado à cobertura inicial. Os testes de infiltração feitos em campo para profundidades abaixo de 1m revelaram taxas que variam de pouco mais de 13 mm/h na superfície (0-20cm) e maiores, de até cerca de 40 mm/h, em profundidade (60-80cm), o que significa que submetidos a chuvas intensas, (como as de 50mm/h que são comuns na área) ou dias seguidos de chuva embebendo o horizonte superficial dos solos podem provocar acúmulo em superfície e subseqüente escoamento de água.

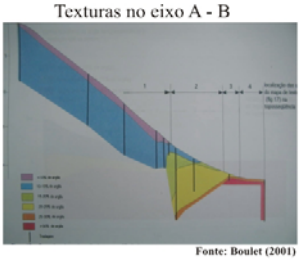
A **Topossequência 2** que corta o colo à montante da voçoroca, cujo eixo coincide com o alinhamento dela, estende-se por pouco mais de 200m com um declive de 4 m revelou a presença de solos arenosos até próximo da porção terminal e, daí em diante, solos com teores de argila que ultrapassam 25%. Como na topossequência anterior a argila também aumenta em profundidade, mas os teores são bem mais elevados e as profundidades menores para que isso aconteça, o que favorece a drenagem lateral da água para o centro do berço. Não foi feito teste de infiltração nessa topossequência.

FIGURA 87 - TOPOSSEQUENCIAS E ESTUDO DETALHADO DOS SOLOS NA VOÇOROCA CHITOLINA

Topografia e situação da Voçoroca Chitolina

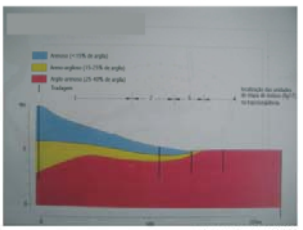


Texturas no eixo A - B



Fonte: Boulet (2001)

Texturas no eixo C - D



Fonte: Boulet (2001)

PERFIS DE SOLO

Latossolo Vermelho-Amarelo

Neossolo Quartzarênico

Gleissolo

Texturas no eixo E - F

Fonte: Boulet (2001)

A **Topossequência 3** paralela ao canal da erosão apresenta uma extensão de quase 500m e um desnível de menos de 1m. Apresenta um horizonte turfoso, com cerca de 50cm de espessura média, que descreve um arco para jusante, onde desaparece sob um pacote arenoso bruno amarelado de menos de 2 m de espessura no início e mais de 2 m para jusante, depois que a turfa desaparece. Sob a turfa desenvolve-se outra, porém arenosa, em forma lenticular, sobreposta à areia aluvial branca. Por suas formas pode-se supor que o material é de origem aluvial que ficou submetido a alagamento demorado, isto é em ambiente redutor, o qual foi soterrado pelo pacote arenoso possivelmente oriundo da descarga de areia da própria erosão ou de novo depósito aluvial arenoso. Outros pontos próximos na planície do Araguaia revelaram também a ocorrência de turfa similar sugerindo tratar-se de fenômeno típico nesse setor. No segmento estudado, o contato da turfa com o horizonte humífero da vertente se faz de modo abrupto, o que reforça essas interpretações. Não foi feito teste de infiltração nessa topossequência.

Em síntese, os estudos detalhados dos solos da área de contribuição da erosão Chitolina revelam-se problemáticos para agricultura intensiva, sobretudo de ciclo curto, com exceção dos Latossolos da porção superior de relevo e mesmo assim com restrições quanto à fertilidade e necessidade de controle preventivo de erosão, sobretudo dada sua proximidade do foco erosivo.

COMPORTAMENTO FÍSICO-HÍDRICO DOS PRINCIPAIS SOLOS

As tabelas a seguir apresentam os resultados das análises e ensaios físico-hídricos de dois perfis representativos a título de ilustração.

**Tabela 25 - Características Físicas do Solo LVA da Trincheira 9.**

| Perfil 9 | ADA | Argila | Silte | Areia Total | Areia Grossa | Areia Fina | GF | K. Sat. mm/h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| 0 – 20 cm | 6,0 | 25,0 | 3,0 | 72,0 | 30,0 | 42,0 | 76,00 | 28,15 |
| 20-40 cm | 6,0 | 26,0 | 3,0 | 71,0 | 29,0 | 42,0 | 76,92 | ------ |
| 40-60 cm | 6,0 | 26,0 | 4,0 | 70,0 | 30,0 | 40,0 | 76,92 | ------ |
| 60-80 cm | 6,0 | 28,0 | 3,0 | 69,0 | 31,0 | 38,0 | 78,57 | 243,7 |
| 80-100 cm | 7,0 | 28,0 | 3,0 | 69,0 | 30,0 | 39,0 | 75,00 | ------ |
| 100-120 cm | 6,0 | 28,0 | 4,0 | 68,0 | 30,0 | 38,0 | 78,57 | ------ |

ADA = % de argila dispersa em água; argila até areia fina em %;GF=Grau de floculação em %; Ksat = condutividade hidráulica saturada em mm por hora (Fonte: Boulet, 2001)

| Tabela 26 - Análise física do perfil do solo RQ - Trincheira 5 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Perfil 5** | **ADA** | **Argila** | **Silte** | **Areia Total** | **Areia Grossa** | **Areia Fina** | **GF** | **K Sat. mm/h** |
| 0 – 20 cm | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 94,0 | 37,0 | 57,0 | 33,33 | 59,00 |
| 20-40 cm | 1,0 | 3,0 | 2,0 | 95,0 | 38,0 | 57,0 | 66,66 | ------ |
| 40-60 cm | 1,0 | 3,0 | 2,0 | 95,0 | 38,0 | 57,0 | 66,66 | ------ |
| 60-80 cm | 4,0 | 8,0 | 1,0 | 91,0 | 36,0 | 55,0 | 50,00 | 288,00 |
| 80-100 cm | 4,0 | 8,0 | 1,0 | 91,0 | 35,0 | 56,0 | 50,00 | ------ |
| 100-120 cm | 4,0 | 8,0 | 1,0 | 91,0 | 35,0 | 56,0 | 50,00 | ------ |

ADA = % de argila dispersa em água; argila até areia fina em %;GF=Grau de floculação em %; Ksat = condutividade hidráulica saturada em mm por hora (Fonte: Boulet, 2001)

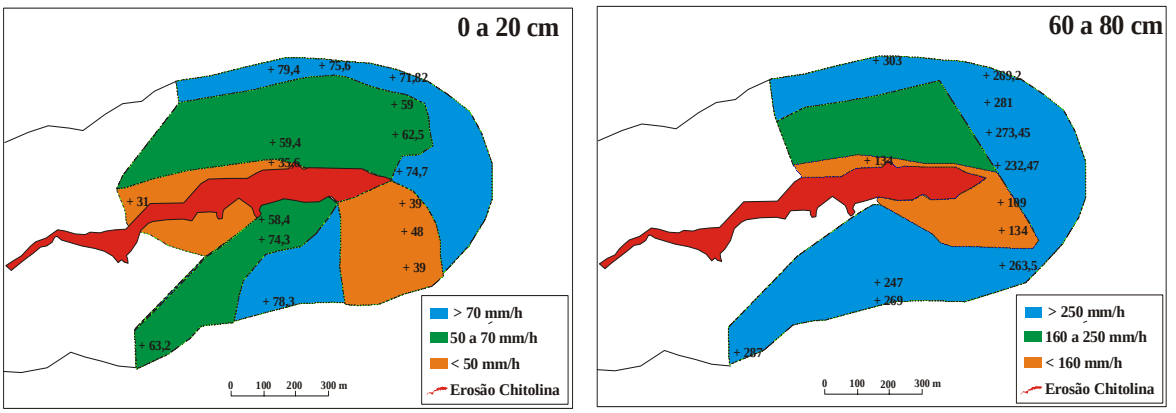
Como se pode constar pelas tabelas, as Ksat do Neossolo são globalmente maiores do que as do Latossolo, mas, em ambos os valores são contrastados entre as duas profundidades analisadas, significando uma melhor permeabilidade em profundidade que em superfície. Por outro lado, em superfície a Ksat do Neossolo é maior do que a do Latossolo. Isto ilustra bem o fato de que diante de chuvas intensas, que excedam a capacidade de infiltração, o Latossolo poderá saturar mais rapidamente em superfície do que o Neossolo e assim acumular água que irá alimentar o escoamento superficial que tenderá a se deslocar para jusante. Este, ao alcançar o Neossolo abaixo, que por sua vez esteve também recebendo a mesma chuva, poderá não suportar o excedente vindo de montante, seja por estar saturado superficialmente, seja porque a somatória de volume aliado ao declive pode não favorecer a infiltração e sim a enxurrada.

A Chitolina apresenta sua cabeceira com dinâmica de ravina, uma vez que as surgências e os *piping* apareciam em 2001 apenas em seu trecho médio.Isto pode ser um dado bastante útil para explicar porque após a construção de curvas de nível empreendidas a montante dela (ver histórico) teria havido uma desaceleração do processo, embora ela tenha ramificado em dígitos laterais, mas, igualmente relacionados com o escoamento superficial. Este é um dado importante para o

controle do processo. Vale observar ainda que os dígitos estão associados a um traçado que corta a voçoroca, o que pode significar que eles estariam acumulando e jogando água na erosão, logo, o insucesso das medidas poderia estar relacionado com o traçado das curvas e não como princípio adotado, como se pode ver no histórico adiante.

Os esboços preliminares ora elaborados a partir dos valores da Ksat medida nas duas profundidades, por interpolação de valores (isovalores) de todos os pontos analisados são apresentados a seguir:

**Figura 88 - Mapa Esquemático da Condutividade Hidráulica Saturada**




O quadro-resumo a seguir sintetiza a interpretação dos valores.

- **em superfície (0-20cm)** – os valores chegam a cerca de 70 mm/h para a posição mais elevada, no divisor; decrescem para cerca de 50 mm/h nas posições intermediárias e são menores que 50mm/h na proximidade da voçoroca.
- **em subsuperfície (60-80cm)** passou de 250mm/h no divisor para até 160 mm/h nas posições intermediárias e ainda menores próximo à voçoroca.

Como já exposto na parte de clima, as chuvas fortes são comuns na área entre outubro e fevereiro e podem chegar a intensidades ao redor de 100mm/h, ficando mais comumente ao redor de 40-50mm/h, como já foi visto. A condutividade (permeabilidade) nessa condição levaria à recarga rápida do lençol. Mas, se houver diminuições sensíveis da Ksat nos horizontes superficiais, sobretudo dos latossolos ou estiverem próximos do ponto de saturação ou mesmo saturados em conseqüência de vários dias chuvosos, como janeiro e fevereiro pode haver a concentração e escoamento de água superficial das águas pluviais, induzindo erosão e transporte de sedimentos para jusante, inclusive na forma de enxurradas, desde o trecho montante. Por outro lado, se a água for indevidamente represada a montante, forçando a super alimentação do freático, pode aumentar a energia do freático que livre no interior da

voçoroca, pode promover sua regressão acelerada, até que o fluxo se regularize. Se as curvas permanecerem cortando a voçoroca, tal como registrado em campo e imagens, as águas represadas podem ser lançadas lateralmente para suas bordas, ravinando-as e promovendo instalação de braços conectados inicialmente como ravinas e com prognóstico de evolução pra voçorocas.

Observando-se as sondagens profundas elas não revelaram níveis de água livre em profundidade, fazendo supor que o freático estava mais profundo no momento do trabalho. Mas revelaram camadas em profundidade que contêm mais argila, as quais também podem saturar, e podem dificultar a drenagem eficiente das águas infiltradas para o freático, provocando formação de níveis de concentração de água e até de fluxos concentrados em dutos (piping) acima delas durante a estação chuvosa. Os *piping* encontravam-se no trecho médio da voçoroca em 2001 e seria necessário saber onde estão hoje. Mas o fato de se situarem nesse ponto revela que a montante a dinâmica do foco erosivo é do tipo ravina.

Um fato interessante é a presença de uma espécie de projeção alongada do divisor de águas da área de contribuição da voçoroca, abaixo da cabeceira à esquerda de quem desce, com os menores valores de condutividade, tanto em superfície como em subsuperfície, justamente onde a voçoroca não se expandiu, mas que têm correspondência com as ramificações do outro lado, sugerindo direções estruturais do substrato rochoso e eventuais diferenças litológicas deste.

Os dígitos laterais evoluem mais do lado direito da voçoroca (para quem desce) e são preocupantes. Além disso, ela sofre flexões em sua trajetória, justamente onde se instalam preferencialmente esses dígitos. Não se sabe com certeza a causa desse comportamento. Seria necessário mapear o nível freático (na chuva e seca), o topo rochoso, suas direções estruturais e sua litologia, além de implementar o monitoramento do nível freático, completando a rede de piezômetros e realizando caminhamentos geofísicos (GPR) na chuva e na seca para se avaliar melhor qual é o percurso, o gradiente hidráulico e qual a tendência evolutiva, de modo a elaborar modelos em 3D e conceber corretamente o projeto de contenção do processo erosivo, atuando nos pontos críticos.

A história levantada revela pontos interessantes sobre a origem e evolução da voçoroca, como se pode ler a seguir.

## O APARECIMENTO E A EVOLUÇÃO DA VOÇOROCA NO PRIMEIRO ANO - O QUE MOSTRAM OS DEPOIMENTOS (transcrição adaptada do relatório de Boulet, 2001)

O depoimento mais antigo foi dado pelo Sr. Azarias Clarimundo, ex-proprietário de grande parte da área da pesquisa, no município de Mineiros, e que desde 1945 trabalha com pecuária extensiva. Antes dele seu pai e seu avô, um dos quatro irmãos Garrijo que chegaram à região, sempre fizeram uso das terras para a pecuária, utilizando o campo limpo como pasto natural. De início, a pouca agricultura praticada era de subsistência; só o arroz era plantado em escala um pouco maior (algumas dezenas de alqueires). O Sr. Azarias também foi o primeiro a plantar pasto (não se lembra do ano, mas foi após o arroz). Nunca utilizou curvas de contenção.

Quando perguntado sobre as voçorocas, disse que elas sempre existiram, o que sabemos não ser correto, pois as mesmas não aparecem nas fotos aéreas de 1964.

As fotos aéreas de 1964 e 1967 mostram próximo da extremidade jusante de onde hoje se encontra a voçoroca, que havia um talvegue por onde corriam as águas pluviais. Havia também diversos pontos de acumulação de areia branca, não só nas margens dos rios, mas em vários pontos da área, que correspondem a talvegues e a uma franja de areia branca que existe no limite da vertente com a várzea do Araguaia. Estas fotos mostram também que a vegetação predominante era de campo limpo (pasto?), entremeada com áreas de campo sujo e capões de mato.

Segundo as declarações do Sr. Pazinato, ex-proprietário da área onde se encontra a voçoroca Chitolina, ela iniciou-se no verão de 1983/84, em decorrência de uma chuva muito intensa. A utilização da área, para o plantio de soja, tinha sido iniciada dois anos antes, pela família Pazinato. “Nos anos de 1981 e 1982, as chuvas foram menos intensas e as curvas de nível baixas e com 2% de declividade suportaram bem as chuvas. Com as chuvas mais intensas do ano seguinte, as curvas foram levadas pelas águas e a voçoroca iniciou-se, em dezembro de 1983 com aproximadamente 300m de extensão X 6m de profundidade e 8m de largura, da noite para o dia. No verão seguinte (1984/85) a voçoroca atingiu 450m de comprimento X 8m de profundidade e 10m de largura”.Na fotomontagem adiante, o Sr. Pazinato indicou, *grosso modo,* os comprimentos referentes aos dois eventos.

A propriedade foi então vendida ao Sr. Chitolina; segundo este último e o proprietário da fazenda localizada à montante, o Sr. Milton Fries, “a voçoroca só fez crescer”. Em 1997, o Sr. Milton Fries, com medo do avanço da voçoroca sobre suas terras, construiu duas curvas de contenção de um pouco mais de 1,70m de altura e com 4 a 5m de base. Segundo o Sr. Fries, “houve uma clara diminuição do avanço longitudinal, mas os desbarrancamentos laterais continuaram ocorrendo”.

O acompanhamento das imagens de Landsat, de 1984 a 1999, mostra que a Chitolina só é visível, na escala 1:100. 000, em 1988; fica bem claro nesta imagem, e nas que a sucedem, que a voçoroca é marcada pelo córrego que existe em seu fundo. O córrego prolonga-se e divaga na várzea do Araguaia, como se pode observar na fotomontagem.

O mapa planialtimétrico, assim como as fotos tomadas do avião, mostram que a Chitolina comporta mais de uma direção, chegando a apresentar uma forma meandrante em sua metade inicial. Quando se compara o esboço e as medidas fornecidas pelo Sr. Pazinato com o mapa planialtimétrico, pode-se concluir que, no primeiro ano de existência, a voçoroca não tinha mais que 160m de comprimento, crescendo mais outro tanto no ano seguinte, em sentido quase perpendicular ao entalhe inicial. A voçoroca sofre nova inflexão L - W, seguida de outra NE - SW, para em seguida tornar-se retilínea com direção L - W

A figura 89 a seguir indica os trechos da evolução da voçoroca.

**Figura 89 – Foto Montagem da Chitolina**

A julgar pelo histórico, o cataclisma pode ter ocorrido justamente nos momentos em que os fluxos ainda não estavam regularizados e houve uma alimentação excessiva do freático à montante, além, talvez, de uma subida do nível de base (rio Araguaia) em conseqüência das chuvas intensas, fatos que conjugados promoveriam o desequilíbrio hidrológico momentâneo, o rápido estouro inicial e o subseqüente no ano seguinte, como relatado, mas que teria dado origem ao processo, cuja evolução passou a ser controlada depois também por outros mecanismos. Vale lembrar que os estudos hidrográficos apresentados no início desta parte sugeriram comportamento hídrico dos rios como sujeito a episódios (pulsos) de degradação e os de clima revelaram anos e meses mais chuvosos no período analisado o que o corrobora essa interpretação de cataclisma. O mesmo teria sido relatado para a voçoroca Olha D'Água surgida em 1986.

QUASE 15 ANOS DEPOIS - O QUE MOSTRA O LEVANTAMENTO CADASTRAL DA VOÇOROCA EM 1998

O cadastro feito pelo CELG/CPRM/METAGO em 1998 mostrou que nesse ano ela já ultrapassava a casa dos 1000m de extensão, o que permite avaliar o seu avanço em 15 anos em 55m/ano, aproximadamente. O desenho e bloco diagrama abaixo acompanhados dos respectivos perfis topográficos, tanto o longitudinal como os dos seus taludes em seção longitudinal e seções verticais mostram as dimensões nesse

ano e permitem constatar sua forma em V na cabeceira, seu alargamento no trecho médio, a partir onde passa a uma forma em U fechado; e por fim sua base onde passa para U bem aberto, formas bastante comuns em voçorocas. (Figura 90)

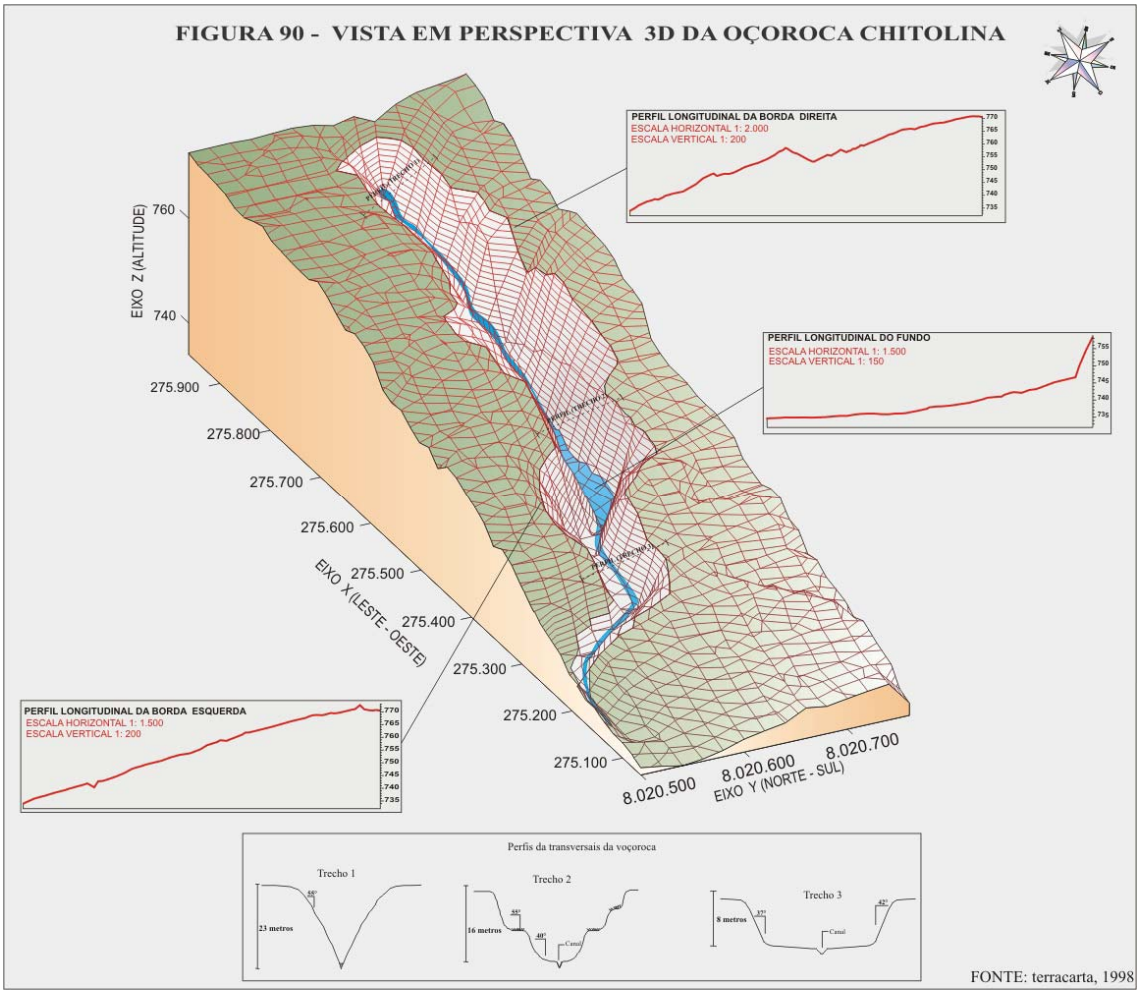
O cadastro revela a presença de surgências d'água e *piping* no trecho médio da erosão, o que significa que ela já apresentava uma dinâmica complexa, seja porque estas solapam as bases dos taludes formando alcovas, que os instabilizam, fazendo-os trincar e depois desmoronar ou deslizar; seja porque as águas superficiais podem gerar encachoeirados nas suas paredes, aí provocando reentrâncias e ravinas em suas partes superiores e marmitas onde caem nas margens do canal interno; seja porque as curvas de nível de montante teriam superalimentado o lençol freático que teria aumentado sua vazão e poder erosivo, e assim por diante.

O fato é que hoje, depois de diminuída sua expansão para montante, ela teria começado a digitar, isto é, começaram a formar-se ramos laterais.As fotos a seguir mostram alguns desses fenômenos.Mas hoje se admite que seu trecho de montante apresentaria uma dinâmica de ravina, isto é, seria controlada por escoamento superficial, bem como seus ramos laterais pelo fato de se apresentarem secos, isto é, não apresentarem surgências d'água ou piping.

Os cálculos feitos pela TERACARTA(2001) a respeito do volume de sedimentos retirados da voçoroca alcançam um volume real compactado de 229.606,53 m³ de solo (arenoso). Eles ainda consideraram que

> "Se utilizarmos uma "*taxa de empolamento*" (coeficiente que representa a relação de volume entre um material (solo) sob compactação natural "*in situ*" e este mesmo solo quando for movimentado por máquinas e/ou equipamentos rodoviários.) de 20% (vinte por cento), como valor médio utilizado para nortear o planejamento e dimensionamento de custos referentes a máquinas e equipamentos nas obras de engenharia de construção, considerando que o material a ser movimentado é do tipo arenoso, teremos 275.527,84 m³ de solo a ser transportado".
>
> "Caso fosse tentado reaterrar o "*Buraco*"... para preencher o volume de sedimento...retirado ...seria necessário o equivalente a 19.700 (dezenove mil e setecentos) viagens, efetuadas por caminhões basculantes com capacidade de transporte igual a 14 m³",
>
> "...se cada um destes caminhões medir 5(cinco) metros de comprimento, eles formariam uma fila indiana equivalente a 99 (noventa e nove) quilômetros".
>
> Fonte: Terracarta, 2001

**FIGURA 90 - VISTA EM PERSPECTIVA 3D DA OÇOROCA CHITOLINA**




FONTE: terracarta, 1998

Como síntese do exposto há que ressaltar que os solos apresentam suscetibilidade erosiva ligada às suas propriedades, posições topográficas e permeabilidades e ambiente climato-geomorfológico que naturalmente já eram favoráveis à dissecação do relevo e que foram acelerados pelo uso e manejo. Esse quadro induz por si a restrições severas ao uso agropecuário intensivo e demanda cuidados consideráveis para o controle de sua evolução que recentemente passou a lateral, através de digitação.

Em Conclusão:

A erosão Chitolina mostra claramente os efeitos da combinação entre as condições naturais de suscetibilidade e o uso e manejo que promoveu um desequilíbrio hidrológico e desencadeou o processo e sua evolução acelerada nos dois primeiros anos e mais lenta, porém continuada nos anos seguintes, até os dias atuais, ainda não estabilizada.

Trata-se de um fenômeno natural, mas acelerado por esses efeitos. Sua dinâmica atual conjuga o escoamento superficial em sua cabeceira e ramos laterais e o subsuperficial de seu trecho médio para jusante, o qual pode evoluir ainda de modo remontante considerando-se a presença do berço à montante de sua cabeceira, ou seja, em posição centralizada de sua área de contribuição.

Seu controle eficaz ainda seria possível, desde que não se tenha em mente que tudo voltará a ser como antes. *Tudo depende da concepção do projeto que deverá levar em conta a sua dinâmica atual acompanhado de monitoramento continuado, além de manutenção, numa perspectiva de reabilitação da área como um todo e seguramente acompanhada de isolamento e recomposição vegetal densa com extrato gramíneo no seu entorno e no seu interior, além de recomposição da faixa ciliar, de modo que a "cicatrização" possa ser induzida*.

# RISCO À EROSÃO LINEAR – UM PROGNÓSTICO PARA A ÁREA

Metodologia

O termo *risco à erosão linear* aqui utilizado, significa a real possibilidade de ocorrência do fenômeno em graus variáveis. Um mapa de risco à erosão linear é ferramenta essencial para a tomada de decisões quanto ao uso das terras em áreas predispostas aos processos erosivos.

Metodologicamente, a elaboração da carta de risco (Figura 91) a esse tipo de erosão seguiu o modelo adaptado por Canil (2000), que consiste da superposição das unidades de classificação das áreas de *suscetibilidade à erosão linear* com as de *uso da terra*, permitindo a delimitação de áreas produzidas pela integração de componentes do meio físico, denominadas de sistemas ambientais, integradas também dos focos já existentes. Essa superposição (cruzamento de informações) foi estabelecida no programa LEGAL (Linguagem Especial para Geoprocessamento Algébrico) do software SPRING (Sistema de Processamento da Informação Geográfica) e o quadro síntese da matriz de cruzamento podem ser verificados no quadro abaixo.

**Tabela 27 - Matriz de Cruzamento de Áreas de Risco**

| Suscetibilidade à Erosão / Uso e ocupação da Terra | Esrv | Msrpv | Mosrpv | Srnsv | Nsrv |
|---|---|---|---|---|---|
| Cerrado Arbóreo | **I** | **A** | **A** | **B** | **MB** |
| Cerrado Arbóreo Aberto | **I** | **A** | **M** | **M** | **MB** |
| Mata Ciliar | **I** | **A** | **M** | **B** | **MB** |
| Campo Cerrado | **I** | **A** | **A** | **M** | **MB** |
| Campo Limpo Úmido | **I** | **A** | **M** | **B** | **MB** |
| Pastagem | **I** | **A** | **A** | **A** | **B** |
| Agricultura | **I** | **A** | **A** | **M** | **B** |

onde:

| *Classes de Suscetibilidade à Erosão Linear* |
|---|
| **Esrv** – Áreas Extremamente Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas |
| **Msrpv** – Áreas Muito Suscetíveis a Ravinas e Pouco Suscetíveis a Voçorocas |
| **Mosrpv** – Áreas Moderadamente Suscetíveis a Ravinas e Pouco Suscetíveis a Voçorocas |
| **Srnsv** – Áreas Suscetíveis a Ravinas e Não Suscetíveis a Voçorocas |
| **Nsrv** – Áreas Não Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas |

Legenda das classes de suscetibilidade natural à erosão linear e:

| *Classes de Risco à Erosão Linear* |
|---|
| **MB** – Muito Baixo |
| **B** – Baixo |
| **M** – Médio |
| **A** – Alto |
| **I** – Iminente |

Legenda das classes de risco à erosão linear

As classes de risco foram as mesmas utilizadas pela autora, quais sejam:

- Muito baixo: áreas constituídas de terrenos com declividade praticamente nula, e em que o tipo de uso da terra caracteriza-se pela preservação da vegetação original;

- Baixo: áreas onde a concentração de fluxos de água e a declividade favorecem a suscetibilidade natural ao ravinamento, mas que o uso e manejo adequados podem minimizar os processos erosivos lineares;

- Médio: áreas constituídas por setores da vertente próxima aos fundos de vales e com declividades suficientes para o escoamento superficial, exigindo um nível de manejo que possa prevenir e impedir a instalação de processos erosivos lineares;

- Alto: áreas favoráveis à concentração dos fluxos de água e em que os processos erosivos se desenvolvem em relação direta com o tipo e manejo do uso das terras;

- Iminente: áreas onde o funcionamento dos fluxos de água funcionam naturalmente como concentradores de escoamento, tais como as cabeceiras concavizadas de drenagem, os anfiteatros e as bordas de escarpas.

Paralelamente, o estudo detalhado dos solos e da voçoroca Chitolina aqui compilado e apresentado somado aos estudos que o grupo do IESA/UFG vem realizando em área similar mais ao norte, inclusive com monitoramento há quase 3 anos foram precisos para a elaboração desta carta.

Resultados e Discussões

A análise integrada dos mapas de suscetibilidade e uso das terras que serviram de base para a elaboração do mapa de risco à erosão linear (ravinas e voçorocas), revelou estreitas associações não só com as voçorocas cadastradas, mas com os elementos naturais presentes na área de pesquisa, indicadores de uso inadequado que foi implementado sem o conhecimento prévio do funcionamento e comportamento dos sistemas ambientais.

No sentido de compreender as classes de riscos, segue-se a sua análise individualizada.

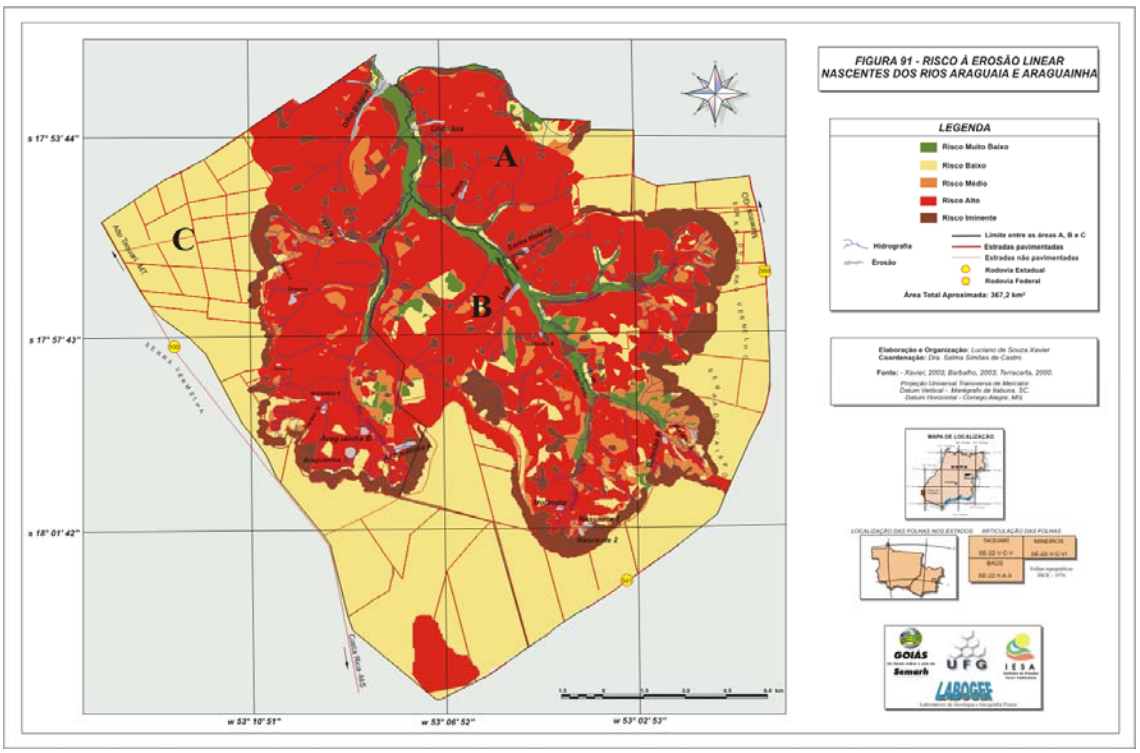


FIGURA 91 - RISCO À EROSÃO LINEAR
NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
Risco Muito Baixo
Risco Baixo
Risco Médio
Risco Alto
Risco Iminente
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Dra. Selma Simões de Castro
Fonte: - Xavier, 2003; Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Imbituba, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
A
B
C
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
GOIÁS
Semarh
UFG
IESA
LABOGEF

**Risco Muito Baixo**

Com 14,23 km², essas áreas correspondem, em sua maioria, às planícies fluviais dos canais de drenagens, que morfologicamente associam-se aos vales côncavos preservados por vegetação ciliar e cerrado arbóreo aberto (Tabela 28). Também são áreas não suscetíveis a ravinas e voçorocas, e que por contemplarem características naturais e de uso, não foram verificadas ocorrências erosivas.

**Tabela 28 - Áreas de uso das terras e áreas de muito baixo risco à erosão linear**

| Uso das Terras | Risco Muito Baixo | |
|---|---|---|
| | Área (%) | Ocorrências Erosivas |
| Mata Galeria | 52,91 | - |
| Vegetação sujeita a inundação | 1,72 | - |
| Agricultura | 0,67 | - |
| Cerrado Arbóreo | 43,88 | - |
| Cerrado Arbóreo Aberto | 0,52 | - |
| Pastagem | 0,3 | - |
| **Total** | **100,0** | **0** |

**Foto 11 – Área de risco muito baixo correspondente às planícies fluviais do Rio Araguaia, preservadas em sua vegetação ciliar, em área próxima. Fonte: Acervo do LABOGEF/IESA - Julho, 2001.**

A Foto 11 exemplifica bem essa classe de risco, observando-se que na sua parte central a planície fluvial do Araguaia se mantém bem preservada com vegetação ciliar, mantendo uma faixa de preservação um tanto considerável se levarmos em consideração os demais canais de drenagens da área, incluindo o próprio Araguaia, que apresentam solos do tipo Neossolos Quartzarênicos hidromórficos.

**Risco Baixo**

São áreas onde a suscetibilidade à erosão linear varia de não suscetível a suscetível a ravinas e voçorocas. São também áreas de uso agropecuário em setores de vertentes mais planas onde as declividade não ultrapassa 6% ligada aos Latossolos Vermelho Escuro e Amarelo. Relacionam-se, ainda, às chapadas próximas das escarpas erosivas, que em sua maioria não preserva a faixa de proteção das bordas de escarpa, favorecendo assim os processos erosivos.

Conforme mostra a Tabela 29, mais de 97% da área de baixo risco está ocupada por agriculturas e pastagens. Isso associa-se ao fato de estarem em solos do tipo latossólico e com declividades baixas, favorecendo em muito atividades agrícolas. Porém o manejo inadequado pode trazer consequências negativas, sobretudo pelos grandes comprimentos de rampas em relevos concavizados, que por sua forma são concentradores dos fluxos de água. Ainda deve-se levar em consideração o direcionamento das divisas de propriedades e de estradas, que também favorecem a concentração dos fluxos superficiais.

**Tabela 29 - Áreas de uso das terras e áreas de baixo risco à erosão linear.**

| Uso das Terras | Baixo Risco | |
|---|---|---|
| | Área (%) | Ocorrências Erosivas |
| Mata Galeria | 0,09 | - |
| Vegetação sujeita a inundação | 0,0 | - |
| Agricultura | 95,51 | - |
| Cerrado Arbóreo | 2,23 | - |
| Cerrado Arbóreo Aberto | 0,01 | - |
| Pastagem | 2,16 | - |
| **Total** | **100** | **0** |

Na Foto 12 podemos observar bem uma dessas áreas de baixo risco, mas que em função do manejo incorreto proporciona o surgimento de ravinas e voçorocas. Nessa foto a estrada segue o mesmo delineamento da declividade, contribuindo para o fluxo das águas pluviais, apesar do manejo com curvas de nível, que foi feita apenas na parte destinada a cultura.

**Foto 12 – Área de risco baixo no topo da chapada próxima ás escarpas erosivas. Fonte: Acervo do LABOGEF/IESA - Julho, 2001.**

**Risco Médio**

Apesar de se apresentarem em pequena quantidade na área de pesquisa, essa classe relaciona-se ao Cerrado Arbóreo Aberto e com os Neossolos Quartzarênico e Latossolos Vermelho Amarelo. Geralmente ocorrem em relevos de vertentes concavizadas, que apesar de apresentarem remanescentes vegetativos naturais, tornaram-se moderadamente suscetíveis a ravinas e voçorocas.

Apesar da área ser pequena, com aproximadamente 17,51 $km^2$, possui 2 ocorrências erosivas cadastradas que estão conectadas a canais de drenagens em áreas de concentração de fluxo de água e em Neossolos Quartzarênicos hidromórficos (Tabela 30 e Foto 13).

| Tabela 30 – Áreas de uso das terras e áreas de médio risco à erosão linear. | | |
|---|---|---|
| **Uso das Terras** | **Médio Risco** | |
| | **Área (%)** | **Ocorrências Erosivas** |
| Mata Galeria | 17,09 | - |
| Vegetação sujeita a inundação | 0,06 | - |
| Agricultura | 8,34 | - |
| Cerrado Arbóreo | 71,94 | 2 |
| Cerrado Arbóreo Aberto | 1,09 | - |
| Pastagem | 1,49 | - |
| **Total** | **100** | **2** |

**Foto 13 – Área de médio risco na planície fluvial do Córrego Cação, que foi desmatada em suas margens, em área próxima à deste Plano. Fonte – Acervo do LABOGEF/IESA.**

**Risco Alto**

As áreas de alto risco à erosão linear, que representam 40% da área pesquisada, estão diretamente relacionadas aos Neossolos Quartzarênicos em vertentes côncavas e convexas, com declividades acima de 6% em extensos comprimentos de rampas. Aliado a isso, o tipo de uso das terras nessas áreas estão voltadas para pastagens e culturas.

Ao se observar a Tabela 31, abaixo percebe-se que 2 ocorrências erosivas encontram-se em áreas de pastagens, enquanto 12 estão em áreas destinadas para culturas. Isso mostra o total comprometimento de áreas que vão de moderadamente a muito suscetíveis a ravinas e voçorocas, necessitando de um manejo complexo, e em outros casos em modificações no tipo de uso das terras.

**Tabela 31 - Áreas de uso das terras e áreas de alto risco à erosão linear.**

| Uso das Terras | Alto Risco | |
|---|---|---|
| | Área (%) | Ocorrências Erosivas |
| Mata Galeria | 3,10 | - |
| Vegetação sujeita a inundação | 0,01 | - |
| Agricultura | 62,37 | 12 |
| Cerrado Arbóreo | 13,15 | - |
| Cerrado Arbóreo Aberto | 1,12 | - |
| Pastagem | 20,25 | 2 |
| **Total** | **100** | **14** |

A foto 14 mostra a voçoroca chitolina no trecho superior em área de alto risco, onde a vertente côncava em declividade que varia de 6 a 12%, favoreceu o escoamento concentrado das águas pluviais numa área de pastagens.

**Foto 14 – Área de alto risco. Voçoroca Chitolina. Fonte: Acervo do LABOGEF/IESA - Julho, 2001.**

**Risco Iminente**

As áreas de classes de risco iminente são aquelas que correspondem às escarpas erosivas e cabeceiras de drenagens, além das áreas extremamente suscetíveis a ravinas e boçorocas em matas de galerias, cerrado arbóreo e arbóreo aberto, além de áreas de pastagens e agricultura com declividades superiores a 20% com solos do tipo Neossolos Quartzarênicos e Quartzarênicos hidromórficos.

O termo iminente aplica-se a áreas onde os condicionantes aos processos erosivos são extremamente fortes, transformando-as em propensas a instalação de ravinas e voçorocas. Pelas altas declividades, concentração de fluxos de água, características pedológicas favoráveis a esses processos erosivos, essas áreas destinam-se, sobretudo, à preservação permanente.

Pelo Tabela 32, verifica-se, contudo, que essa não é a realidade observada na área, já que mais de 50% delas estão sendo utilizadas pela agropecuária, aumentando consideravelmente os números de ocorrências erosivas associadas a esse tipo de uso.

**Tabela 32 – Áreas de uso das terras e áreas de risco iminente à erosão linear.**

| Uso das Terras | Risco Iminente | |
|---|---|---|
| | Área (%) | Ocorrências Erosivas |
| Mata Galeria | 8,02 | |
| Vegetação sujeita a inundação | 0,20 | |
| Agricultura | 43,15 | |
| Cerrado Arbóreo | 34,50 | |
| Cerrado Arbóreo Aberto | 0,65 | 2 |
| Pastagem | 13,47 | 2 |
| **Total** | **100** | **4** |

Na Foto 15, observa-se um fato muito comum nas áreas de risco iminente. A cultura de algodão alcançando os limites da borda da escarpa, onde deveria ser de preservação permanente.

**Foto 15 – Área de risco iminente na borda de chapada, próxima as nascentes do Rio Araguaia. Fonte: Acervo do LABOGE/IESA - Julho, 2001.**

O mapa de risco e as suas relações com as erosões revelou ainda o alto grau de criticidade e iminência desses tipos de impactos ambientais na área do projeto. Pelo mapa pode-se constatar que mais da metade da área encontra-se entre classes de alto risco e risco iminente, conforme mostra a tabela abaixo.

**Tabela 33 – Classes e áreas de risco à erosão linear e ocorrências erosivas.**

| RISCO Á EROSÃO LINEAR | | | OCORRÊNCIAS EROSIVAS | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Cadastradas | |
| Muito Baixo | 14,23 | 3,87 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Baixo | 147,64 | 40,20 | 0 | 0 |
| Médio | 17,51 | 4,77 | 2 | 10 |
| Alto | 147,87 | 40,27 | 14 | 70 |
| Iminente | 40,01 | 10,89 | 4 | 20 |
| **Total** | **367,26** | **100** | **20** | |

Esse quadro agrava-se ainda mais quando se correlaciona os graus de risco à erosão linear com as classes de discrepância entre os usos das terras e a capacidade de uso (Tabela 34). Nesse caso, pode-se observar que cerca de **40,37%** das áreas com alto risco à erosão relacionam-se diretamente com as classe máxima, muito alta e alta discrepâncias.

**Tabela 34 – Classes e áreas de risco à erosão linear e discrepância de uso.**

| RISCO Á EROSÃO LINEAR | DISCREPÂNCIA | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Muito Baixo | 3,07 | 0,59 | 0,0 |
| Baixo | 1,41 | 3,77 | 35,09 |
| Médio | 2,24 | 2,48 | 0,06 |
| Alto | 11,95 | 26,32 | 2,10 |
| Iminente | 4,77 | 4,51 | 1,65 |

A tabela também chama atenção para o fato de que classes de baixo e médio risco poderão desenvolver processos erosivos lineares, uma vez que, no caso específico das metodologias aqui adotadas, o início dos processos sofre consideráveis influências do “tipo” de uso das terras, iniciando-se freqüentemente por ravinas, como já exposto anteriormente. Assim, o uso e manejo das terras são fatores determinantes para o risco à erosão, confirmando a sua vital importância no planejamento das áreas.

Cruzando-se o mapa de risco à erosão com o dos sistemas ambientais do meio físico percebe-se que a maioria das fazendas encontra-se entre os graus 1º. a 3º de criticidade quanto aos problemas erosivos, exceto as Fazendas V. Pazinato, Francisco Chitolina II, Cristiane, Cabeceira Alta e Três Fronteiras, pelo fato de todas se situarem em posições de chapada. Para as demais propriedades rurais pode-se constatar que as Fazendas Sta. Helena, Jaboticaba, Holândia, Gonzáles e Graúna apresentam parte significativa de suas áreas com baixo grau de criticidade igualmente por apresentarem terras em posições de chapada. Entretanto, deve-se lembrar que essas áreas apresentam capacidade de recarga do freático e conseqüentemente são alimentadoras das nascentes de drenagens, as quais se encontram em áreas de maior criticidade e risco.

Ao se correlacionar o mapa de risco com o das propriedades rurais pode-se constatar facilmente que com exceção das Fazendas V. Pazinato, F. Chitolina II, Cristiane, Três Fronteiras e Cabeceira Alta, todas as demais, ou seja, 76% das propriedades apresentam risco iminente junto às cabeceiras de drenagem e risco alto na maior parte de suas terras, interpretação corroborada pela elevada concentração de focos erosivos nessas áreas.

# SÍNTESE DIAGNÓSTICA, PROGNÓSTICA E SISTEMAS AMBIENTAIS

Metodologia

Os Sistemas Ambientais constituem-se na síntese do cruzamento de todos os mapas anteriores e foi elaborado com base em tabulação cruzada através de técnica de geoprocessamento em ambiente Spring já relatado. Portanto é produto da correlação espacial do conjunto de informações geoambientais que agregadas, permitiram delimitar quatro unidades ambientais na área, denominadas de Sistemas Ambientais, as quais, quando correlacionados com os diversos tipos de uso resultam no estabelecimento dos graus decrescentes de criticidade face ao problema erosivo, como ilustra a tabela que acompanha o mapa e apresenta esses graus que corroboram o número decrescente de focos erosivos.

Resultados e Discussões

O Mapa de Sistemas Ambientais (Figura 92) permite a constatação da presença de quatro grandes unidades ambientais produzidas pelos cruzamentos referidos. A seguir são apresentadas as características de síntese diagnóstica para cada sistema ou unidade ambiental identificado.

O **Sistema Ambiental I,** mais crítico de todos e também o mais crítico do lado mato-grossense, caracteriza-se pelas predominância declividades entre 3 e 12%, apesar de apresentarem declividades acentuadas nas cabeceiras de drenagem e nos fundos dos vales côncavos, que favorecem a concentração dos fluxos hídricos. Nele predominam os Neossolos Quartzarênicos nas partes rebaixadas do relevo e os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos nos vales côncavos às margens do Rio Araguainha. O uso intensivo em áreas com essas características ambientais fez com que esse sistema ambiental tivesse o maior grau de criticidade, sobretudo nas áreas de pastagens com capacidade de uso pecuário limitado para essa atividade.

O **Sistema Ambiental II**, o segundo mais crítico da área e o mais crítico do lado goiano, caracteriza-se pelas declividades variando, em sua maioria, entre 0 e 3%, convexizadas, e vertentes concavizadas com declividades entre 6 e 12%, freqüentemente relacionadas com os vales côncavos que acompanham o rio Araguaia. Localmente a área apresenta algumas escarpas erosivas e cabeceiras de drenagem

encaixadas em formas de anfiteatro, além de porções de áreas planas, que são pequenos topos tabulares. Nele predominam os Neossolos Quartzarênicos, além dos Latossolos restrito aos topos residuais e de Neossolos Quartzarênicos hidromórficos relacionados aos vales côncavos, que margeiam os canais de drenagem.

O **Sistema Ambiental III**, o terceiro em grau de criticidade e o segundo mais crítico do lado goiano, possui declividades variando entre 0 e 3% com formas côncavas e convexas, e entre 3 e 12% nos fundos de vales côncavos. Localmente apresenta ainda cabeceiras de drenagem em forma de anfiteatros e escarpas erosivas. Os Latossolos Vermelho Amarelo predominam passando lateralmente aos Neossolos Quartzarênicos no terço médio das vertentes. Como ocorrência mais restrita desenvolvem-se os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos nos vales côncavos dos rios Araguaia e Araguainha. O menor grau de criticidade deve-se ao pequeno número de focos erosivos, os quais relacionam-se às áreas de concavidades com declives entre 6 e 12%.

O **Sistema Ambiental IV**, o de criticidade reduzida, situa-se predominantemente acima da faixa correspondente às escarpas erosivas, associando-se aos topo das Chapadas, onde a declividade não ultrapassa os 3%, acentuando-se apenas nas escarpas erosivas, onde chegam a superar os 45%. Predominam os Latossolos Vermelho Escuro e os Latossolos Vermelho Amarelo nos topos das Chapadas, que lateralmente passam aos Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Cambissolos + Litólicos aparecem basicamente no contato entre as chapadas e as bordas da escarpas erosivas. Esse sistema ambiental apresenta o menor índice de criticidade dentre todos os outros.

Pode-se perceber ainda pelo mapa que do lado goiano ocorrem apenas dois desses sistemas, o IV e o II, sendo este majoritário e o mais crítico, aliás, onde se concentra o maior número de focos erosivos. Do lado mato-grossense ocorrem três sistemas ambientais, o I, o III e o IV em proporções praticamente equivalentes, sendo que no I e no III se concentra o maior número de focos erosivos. Somando-se essas duas áreas mais críticas do lado do Mato Grosso, elas somam cerca da metade da área do projeto e são juntas um pouco maiores do que a área mais crítica do lado goiano. Convém assinalar que nos sistemas I e II , ambos do lado mato-grossense e goiano, respectivamente, concentram-se 15 dos 21 focos erosivos. Isso significa que não há, na prática, uma situação muito diferente e termos de gravidade do problema em de abrangência para a área total do projeto.

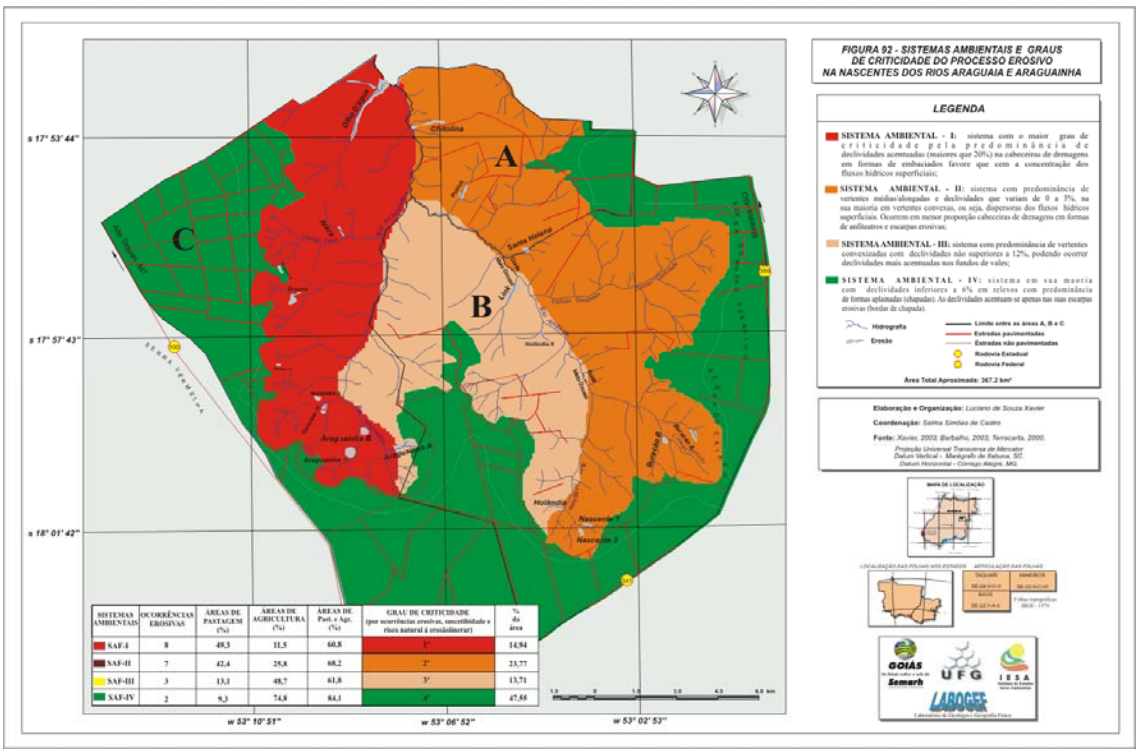


FIGURA 92 - SISTEMAS AMBIENTAIS E GRAUS DE CRITICIDADE DO PROCESSO EROSIVO NA NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
SISTEMA AMBIENTAL - I: sistema com o maior grau de criticidade pela predominância de declividades acentuadas (maiores que 20%) na cabeceiras de drenagens em formas de embaciados favore que cem a concentração dos fluxos hídricos superficiais;
SISTEMA AMBIENTAL - II: sistema com predominância de vertentes médias/alongadas e declividades que variam de 0 a 3%, na sua maioria em vertentes convexas, ou seja, dispersoras dos fluxos hídricos superficiais. Ocorrem em menor proporção cabeceiras de drenagens em formas de anfiteatros e escarpas erosivas;
SISTEMA AMBIENTAL - III: sistema com predominância de vertentes convexizadas com declividades não superiores a 12%, podendo ocorrer declividades mais acentuadas nos fundos de vales;
SISTEMA AMBIENTAL - IV: sistema em sua maioria com declividades inferiores a 6% em relevos com predominância de formas aplainadas (chapadas). As declividades acentuam-se apenas nas suas escarpas erosivas (bordas de chapada).
Hidrografia
Erosão
Limite entre as áreas A, B e C
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Selma Simões de Castro
Fonte: Xavier, 2003; Barbalho, 2003; Terracarta, 2000.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Imbituba, SC
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
A
B
C
Cristalina
Santa Helena
Araguaiana
Araguainha II
Araguainha I
Nascente II
Nascente I
Nascente III
Nascente IV
Nascente V
Nascente VI
Nascente VII
Nascente VIII
Nascente IX
Nascente X
Nascente XI
Nascente XII
Nascente XIII
Nascente XIV
Nascente XV
Nascente XVI
Nascente XVII
Nascente XVIII
Nascente XIX
Nascente XX
Nascente XXI
Nascente XXII
Nascente XXIII
Nascente XXIV
Nascente XXV
Nascente XXVI
Nascente XXVII
Nascente XXVIII
Nascente XXIX
Nascente XXX
Nascente XXXI
Nascente XXXII
Nascente XXXIII
Nascente XXXIV
Nascente XXXV
Nascente XXXVI
Nascente XXXVII
Nascente XXXVIII
Nascente XXXIX
Nascente XL
Nascente XLI
Nascente XLII
Nascente XLIII
Nascente XLIV
Nascente XLV
Nascente XLVI
Nascente XLVII
Nascente XLVIII
Nascente XLIX
Nascente L
Nascente LI
Nascente LII
Nascente LIII
Nascente LIV
Nascente LV
Nascente LVI
Nascente LVII
Nascente LVIII
Nascente LIX
Nascente LX
Nascente LXI
Nascente LXII
Nascente LXIII
Nascente LXIV
Nascente LXV
Nascente LXVI
Nascente LXVII
Nascente LXVIII
Nascente LXIX
Nascente LXX
Nascente LXXI
Nascente LXXII
Nascente LXXIII
Nascente LXXIV
Nascente LXXV
Nascente LXXVI
Nascente LXXVII
Nascente LXXVIII
Nascente LXXIX
Nascente LXXX
Nascente LXXXI
Nascente LXXXII
Nascente LXXXIII
Nascente LXXXIV
Nascente LXXXV
Nascente LXXXVI
Nascente LXXXVII
Nascente LXXXVIII
Nascente LXXXIX
Nascente XC
Nascente XCI
Nascente XCII
Nascente XCIII
Nascente XCIV
Nascente XCV
Nascente XCVI
Nascente XCVII
Nascente XCVIII
Nascente XCIX
Nascente C
Nascente CI
Nascente CII
Nascente CIII
Nascente CIV
Nascente CV
Nascente CVI
Nascente CVII
Nascente CVIII
Nascente CIX
Nascente CX
Nascente CXI
Nascente CXII
Nascente CXIII
Nascente CXIV
Nascente CXV
Nascente CXVI
Nascente CXVII
Nascente CXVIII
Nascente CXIX
Nascente CXX
Nascente CXXI
Nascente CXXII
Nascente CXXIII
Nascente CXXIV
Nascente CXXV
Nascente CXXVI
Nascente CXXVII
Nascente CXXVIII
Nascente CXXIX
Nascente CXXX
Nascente CXXXI
Nascente CXXXII
Nascente CXXXIII
Nascente CXXXIV
Nascente CXXXV
Nascente CXXXVI
Nascente CXXXVII
Nascente CXXXVIII
Nascente CXXXIX
Nascente CXL
Nascente CXLI
Nascente CXLII
Nascente CXLIII
Nascente CXLIV
Nascente CXLV
Nascente CXLVI
Nascente CXLVII
Nascente CXLVIII
Nascente CXLIX
Nascente CL
Nascente CLI
Nascente CLII
Nascente CLIII
Nascente CLIV
Nascente CLV
Nascente CLVI
Nascente CLVII
Nascente CLVIII
Nascente CLIX
Nascente CLX
Nascente CLXI
Nascente CLXII
Nascente CLXIII
Nascente CLXIV
Nascente CLXV
Nascente CLXVI
Nascente CLXVII
Nascente CLXVIII
Nascente CLXIX
Nascente CLXX
Nascente CLXXI
Nascente CLXXII
Nascente CLXXIII
Nascente CLXXIV
Nascente CLXXV
Nascente CLXXVI
Nascente CLXXVII
Nascente CLXXVIII
Nascente CLXXIX
Nascente CLXXX
Nascente CLXXXI
Nascente CLXXXII
Nascente CLXXXIII
Nascente CLXXXIV
Nascente CLXXXV
Nascente CLXXXVI
Nascente CLXXXVII
Nascente CLXXXVIII
Nascente CLXXXIX
Nascente CXC
Nascente CXCI
Nascente CXCII
Nascente CXCIII
Nascente CXCIV
Nascente CXCV
Nascente CXCVI
Nascente CXCVII
Nascente CXCVIII
Nascente CXCIX
Nascente CC
Nascente CCI
Nascente CCII
Nascente CCIII
Nascente CCIV
Nascente CCV
Nascente CCVI
Nascente CCVII
Nascente CCVIII
Nascente CCIX
Nascente CCX
Nascente CCXI
Nascente CCXII
Nascente CCXIII
Nascente CCXIV
Nascente CCXV
Nascente CCXVI
Nascente CCXVII
Nascente CCXVIII
Nascente CCXIX
Nascente CCXX
Nascente CCXXI
Nascente CCXXII
Nascente CCXXIII
Nascente CCXXIV
Nascente CCXXV
Nascente CCXXVI
Nascente CCXXVII
Nascente CCXXVIII
Nascente CCXXIX
Nascente CCXXX
Nascente CCXXXI
Nascente CCXXXII
Nascente CCXXXIII
Nascente CCXXXIV
Nascente CCXXXV
Nascente CCXXXVI
Nascente CCXXXVII
Nascente CCXXXVIII
Nascente CCXXXIX
Nascente CCXL
Nascente CCXLI
Nascente CCXLII
Nascente CCXLIII
Nascente CCXLIV
Nascente CCXLV
Nascente CCXLVI
Nascente CCXLVII
Nascente CCXLVIII
Nascente CCXLIX
Nascente CCL
Nascente CCLI
Nascente CCLII
Nascente CCLIII
Nascente CCLIV
Nascente CCLV
Nascente CCLVI
Nascente CCLVII
Nascente CCLVIII
Nascente CCLIX
Nascente CCLX
Nascente CCLXI
Nascente CCLXII
Nascente CCLXIII
Nascente CCLXIV
Nascente CCLXV
Nascente CCLXVI
Nascente CCLXVII
Nascente CCLXVIII
Nascente CCLXIX
Nascente CCLXX
Nascente CCLXXI
Nascente CCLXXII
Nascente CCLXXIII
Nascente CCLXXIV
Nascente CCLXXV
Nascente CCLXXVI
Nascente CCLXXVII
Nascente CCLXXVIII
Nascente CCLXXIX
Nascente CCLXXX
Nascente CCLXXXI
Nascente CCLXXXII
Nascente CCLXXXIII
Nascente CCLXXXIV
Nascente CCLXXXV
Nascente CCLXXXVI
Nascente CCLXXXVII
Nascente CCLXXXVIII
Nascente CCLXXXIX
Nascente CCXC
Nascente CCXCI
Nascente CCXCII
Nascente CCXCIII
Nascente CCXCIV
Nascente CCXCV
Nascente CCXCVI
Nascente CCXCVII
Nascente CCXCVIII
Nascente CCXCIX
Nascente CCC
Nascente CCCI
Nascente CCCII
Nascente CCCIII
Nascente CCCIV
Nascente CCCV
Nascente CCCVI
Nascente CCCVII
Nascente CCCVIII
Nascente CCCIX
Nascente CCCX
Nascente CCCXI
Nascente CCCXII
Nascente CCCXIII
Nascente CCCXIV
Nascente CCCXV
Nascente CCCXVI
Nascente CCCXVII
Nascente CCCXVIII
Nascente CCCXIX
Nascente CCCXX
Nascente CCCXXI
Nascente CCCXXII
Nascente CCCXXIII
Nascente CCCXXIV
Nascente CCCXXV
Nascente CCCXXVI
Nascente CCCXXVII
Nascente CCCXXVIII
Nascente CCCXXIX
Nascente CCCXXX
Nascente CCCXXXI
Nascente CCCXXXII
Nascente CCCXXXIII
Nascente CCCXXXIV
Nascente CCCXXXV
Nascente CCCXXXVI
Nascente CCCXXXVII
Nascente CCCXXXVIII
Nascente CCCXXXIX
Nascente CCCXL
Nascente CCCXLI
Nascente CCCXLII
Nascente CCCXLIII
Nascente CCCXLIV
Nascente CCCXLV
Nascente CCCXLVI
Nascente CCCXLVII
Nascente CCCXLVIII
Nascente CCCXLIX
Nascente CCCL
Nascente CCCLI
Nascente CCCLII
Nascente CCCLIII
Nascente CCCLIV
Nascente CCCLV
Nascente CCCLVI
Nascente CCCLVII
Nascente CCCLVIII
Nascente CCCLIX
Nascente CCCLX
Nascente CCCLXI
Nascente CCCLXII
Nascente CCCLXIII
Nascente CCCLXIV
Nascente CCCLXV
Nascente CCCLXVI
Nascente CCCLXVII
Nascente CCCLXVIII
Nascente CCCLXIX
Nascente CCCLXX
Nascente CCCLXXI
Nascente CCCLXXII
Nascente CCCLXXIII
Nascente CCCLXXIV
Nascente CCCLXXV
Nascente CCCLXXVI
Nascente CCCLXXVII
Nascente CCCLXXVIII
Nascente CCCLXXIX
Nascente CCCLXXX
Nascente CCCLXXXI
Nascente CCCLXXXII
Nascente CCCLXXXIII
Nascente CCCLXXXIV
Nascente CCCLXXXV
Nascente CCCLXXXVI
Nascente CCCLXXXVII
Nascente CCCLXXXVIII
Nascente CCCLXXXIX
Nascente CCCXC
Nascente CCCXCI
Nascente CCCXCII
Nascente CCCXCIII
Nascente CCCXCIV
Nascente CCCXCV
Nascente CCCXCVI
Nascente CCCXCVII
Nascente CCCXCVIII
Nascente CCCXCIX
Nascente CD
Nascente CDI
Nascente CDII
Nascente CDIII
Nascente CDIV
Nascente CDV
Nascente CDVI
Nascente CDVII
Nascente CDVIII
Nascente CDIX
Nascente CDX
Nascente CDXI
Nascente CDXII
Nascente CDXIII
Nascente CDXIV
Nascente CDXV
Nascente CDXVI
Nascente CDXVII
Nascente CDXVIII
Nascente CDXIX
Nascente CDXX
Nascente CDXXI
Nascente CDXXII
Nascente CDXXIII
Nascente CDXXIV
Nascente CDXXV
Nascente CDXXVI
Nascente CDXXVII
Nascente CDXXVIII
Nascente CDXXIX
Nascente CDXXX
Nascente CDXXXI
Nascente CDXXXII
Nascente CDXXXIII
Nascente CDXXXIV
Nascente CDXXXV
Nascente CDXXXVI
Nascente CDXXXVII
Nascente CDXXXVIII
Nascente CDXXXIX
Nascente CDXL
Nascente CDXLI
Nascente CDXLII
Nascente CDXLIII
Nascente CDXLIV
Nascente CDXLV
Nascente CDXLVI
Nascente CDXLVII
Nascente CDXLVIII
Nascente CDXLIX
Nascente CDL
Nascente CDLI
Nascente CDLII
Nascente CDLIII
Nascente CDLIV
Nascente CDLV
Nascente CDLVI
Nascente CDLVII
Nascente CDLVIII
Nascente CDLIX
Nascente CDLX
Nascente CDLXI
Nascente CDLXII
Nascente CDLXIII
Nascente CDLXIV
Nascente CDLXV
Nascente CDLXVI
Nascente CDLXVII
Nascente CDLXVIII
Nascente CDLXIX
Nascente CDLXX
Nascente CDLXXI
Nascente CDLXXII
Nascente CDLXXIII
Nascente CDLXXIV
Nascente CDLXXV
Nascente CDLXXVI
Nascente CDLXXVII
Nascente CDLXXVIII
Nascente CDLXXIX
Nascente CDLXXX
Nascente CDLXXXI
Nascente CDLXXXII
Nascente CDLXXXIII
Nascente CDLXXXIV
Nascente CDLXXXV
Nascente CDLXXXVI
Nascente CDLXXXVII
Nascente CDLXXXVIII
Nascente CDLXXXIX
Nascente CDXC
Nascente CDXCI
Nascente CDXCII
Nascente CDXCIII
Nascente CDXCIV
Nascente CDXCV
Nascente CDXCVI
Nascente CDXCVII
Nascente CDXCVIII
Nascente CDXCIX
Nascente D
Nascente DI
Nascente DII
Nascente DIII
Nascente DIV
Nascente DV
Nascente DVI
Nascente DVII
Nascente DVIII
Nascente DIX
Nascente DX
Nascente DXI
Nascente DXII
Nascente DXIII
Nascente DXIV
Nascente DXV
Nascente DXVI
Nascente DXVII
Nascente DXVIII
Nascente DXIX
Nascente DXX
Nascente DXXI
Nascente DXXII
Nascente DXXIII
Nascente DXXIV
Nascente DXXV
Nascente DXXVI
Nascente DXXVII
Nascente DXXVIII
Nascente DXXIX
Nascente DXXX
Nascente DXXXI
Nascente DXXXII
Nascente DXXXIII
Nascente DXXXIV
Nascente DXXXV
Nascente DXXXVI
Nascente DXXXVII
Nascente DXXXVIII
Nascente DXXXIX
Nascente DXL
Nascente DXLI
Nascente DXLII
Nascente DXLIII
Nascente DXLIV
Nascente DXLV
Nascente DXLVI
Nascente DXLVII
Nascente DXLVIII
Nascente DXLIX
Nascente DL
Nascente DLI
Nascente DLII
Nascente DLIII
Nascente DLIV
Nascente DLV
Nascente DLVI
Nascente DLVII
Nascente DLVIII
Nascente DLIX
Nascente DLX
Nascente DLXI
Nascente DLXII
Nascente DLXIII
Nascente DLXIV
Nascente DLXV
Nascente DLXVI
Nascente DLXVII
Nascente DLXVIII
Nascente DLXIX
Nascente DLXX
Nascente DLXXI
Nascente DLXXII
Nascente DLXXIII
Nascente DLXXIV
Nascente DLXXV
Nascente DLXXVI
Nascente DLXXVII
Nascente DLXXVIII
Nascente DLXXIX
Nascente DLXXX
Nascente DLXXXI
Nascente DLXXXII
Nascente DLXXXIII
Nascente DLXXXIV
Nascente DLXXXV
Nascente DLXXXVI
Nascente DLXXXVII
Nascente DLXXXVIII
Nascente DLXXXIX
Nascente DXC
Nascente DXCI
Nascente DXCII
Nascente DXCIII
Nascente DXCIV
Nascente DXCV
Nascente DXCVI
Nascente DXCVII
Nascente DXCVIII
Nascente DXCIX
Nascente DC
Nascente DCI
Nascente DCII
Nascente DCIII
Nascente DCIV
Nascente DCV
Nascente DCVI
Nascente DCVII
Nascente DCVIII
Nascente DCIX
Nascente DCX
Nascente DCXI
Nascente DCXII
Nascente DCXIII
Nascente DCXIV
Nascente DCXV
Nascente DCXVI
Nascente DCXVII
Nascente DCXVIII
Nascente DCXIX
Nascente DCXX
Nascente DCXXI
Nascente DCXXII
Nascente DCXXIII
Nascente DCXXIV
Nascente DCXXV
Nascente DCXXVI
Nascente DCXXVII
Nascente DCXXVIII
Nascente DCXXIX
Nascente DCXXX
Nascente DCXXXI
Nascente DCXXXII
Nascente DCXXXIII
Nascente DCXXXIV
Nascente DCXXXV
Nascente DCXXXVI
Nascente DCXXXVII
Nascente DCXXXVIII
Nascente DCXXXIX
Nascente DCXL
Nascente DCXLI
Nascente DCXLII
Nascente DCXLIII
Nascente DCXLIV
Nascente DCXLV
Nascente DCXLVI
Nascente DCXLVII
Nascente DCXLVIII
Nascente DCXLIX
Nascente DCL
Nascente DCLI
Nascente DCLII
Nascente DCLIII
Nascente DCLIV
Nascente DCLV
Nascente DCLVI
Nascente DCLVII
Nascente DCLVIII
Nascente DCLIX
Nascente DCLX
Nascente DCLXI
Nascente DCLXII
Nascente DCLXIII
Nascente DCLXIV
Nascente DCLXV
Nascente DCLXVI
Nascente DCLXVII
Nascente DCLXVIII
Nascente DCLXIX
Nascente DCLXX
Nascente DCLXXI
Nascente DCLXXII
Nascente DCLXXIII
Nascente DCLXXIV
Nascente DCLXXV
Nascente DCLXXVI
Nascente DCLXXVII
Nascente DCLXXVIII
Nascente DCLXXIX
Nascente DCLXXX
Nascente DCLXXXI
Nascente DCLXXXII
Nascente DCLXXXIII
Nascente DCLXXXIV
Nascente DCLXXXV
Nascente DCLXXXVI
Nascente DCLXXXVII
Nascente DCLXXXVIII
Nascente DCLXXXIX
Nascente DCXC
Nascente DCXCI
Nascente DCXCII
Nascente DCXCIII
Nascente DCXCIV
Nascente DCXCV
Nascente DCXCVI
Nascente DCXCVII
Nascente DCXCVIII
Nascente DCXCIX
Nascente DCC
Nascente DCCI
Nascente DCCII
Nascente DCCIII
Nascente DCCIV
Nascente DCCV
Nascente DCCVI
Nascente DCCVII
Nascente DCCVIII
Nascente DCCIX
Nascente DCCX
Nascente DCCXI
Nascente DCCXII
Nascente DCCXIII
Nascente DCCXIV
Nascente DCCXV
Nascente DCCXVI
Nascente DCCXVII
Nascente DCCXVIII
Nascente DCCXIX
Nascente DCCXX
Nascente DCCXXI
Nascente DCCXXII
Nascente DCCXXIII
Nascente DCCXXIV
Nascente DCCXXV
Nascente DCCXXVI
Nascente DCCXXVII
Nascente DCCXXVIII
Nascente DCCXXIX
Nascente DCCXXX
Nascente DCCXXXI
Nascente DCCXXXII
Nascente DCCXXXIII
Nascente DCCXXXIV
Nascente DCCXXXV
Nascente DCCXXXVI
Nascente DCCXXXVII
Nascente DCCXXXVIII
Nascente DCCXXXIX
Nascente DCCXL
Nascente DCCXLI
Nascente DCCXLII
Nascente DCCXLIII
Nascente DCCXLIV
Nascente DCCXLV
Nascente DCCXLVI
Nascente DCCXLVII
Nascente DCCXLVIII
Nascente DCCXLIX
Nascente DCCL
Nascente DCCLI
Nascente DCCLII
Nascente DCCLIII
Nascente DCCLIV
Nascente DCCLV
Nascente DCCLVI
Nascente DCCLVII
Nascente DCCLVIII
Nascente DCCLIX
Nascente DCCLX
Nascente DCCLXI
Nascente DCCLXII
Nascente DCCLXIII
Nascente DCCLXIV
Nascente DCCLXV
Nascente DCCLXVI
Nascente DCCLXVII
Nascente DCCLXVIII
Nascente DCCLXIX
Nascente DCCLXX
Nascente DCCLXXI
Nascente DCCLXXII
Nascente DCCLXXIII
Nascente DCCLXXIV
Nascente DCCLXXV
Nascente DCCLXXVI
Nascente DCCLXXVII
Nascente DCCLXXVIII
Nascente DCCLXXIX
Nascente DCCLXXX
Nascente DCCLXXXI
Nascente DCCLXXXII
Nascente DCCLXXXIII
Nascente DCCLXXXIV
Nascente DCCLXXXV
Nascente DCCLXXXVI
Nascente DCCLXXXVII
Nascente DCCLXXXVIII
Nascente DCCLXXXIX
Nascente DCCXC
Nascente DCCXCI
Nascente DCCXCII
Nascente DCCXCIII
Nascente DCCXCIV
Nascente DCCXCV
Nascente DCCXCVI
Nascente DCCXCVII
Nascente DCCXCVIII
Nascente DCCXCIX
Nascente DCCC
Nascente DCCCI
Nascente DCCCII
Nascente DCCCIII
Nascente DCCCIV
Nascente DCCCV
Nascente DCCCVI
Nascente DCCCVII
Nascente DCCCVIII
Nascente DCCCIX
Nascente DCCCX
Nascente DCCCXI
Nascente DCCCXII
Nascente DCCCXIII
Nascente DCCCXIV
Nascente DCCCXV
Nascente DCCCXVI
Nascente DCCCXVII
Nascente DCCCXVIII
Nascente DCCCXIX
Nascente DCCCXX
Nascente DCCCXXI
Nascente DCCCXXII
Nascente DCCCXXIII
Nascente DCCCXXIV
Nascente DCCCXXV
Nascente DCCCXXVI
Nascente DCCCXXVII
Nascente DCCCXXVIII
Nascente DCCCXXIX
Nascente DCCCXXX
Nascente DCCCXXXI
Nascente DCCCXXXII
Nascente DCCCXXXIII
Nascente DCCCXXXIV
Nascente DCCCXXXV
Nascente DCCCXXXVI
Nascente DCCCXXXVII
Nascente DCCCXXXVIII
Nascente DCCCXXXIX
Nascente DCCCXL
Nascente DCCCXLI
Nascente DCCCXLII
Nascente DCCCXLIII
Nascente DCCCXLIV
Nascente DCCCXLV
Nascente DCCCXLVI
Nascente DCCCXLVII
Nascente DCCCXLVIII
Nascente DCCCXLIX
Nascente DCCCL
Nascente DCCCLI
Nascente DCCCLII
Nascente DCCCLIII
Nascente DCCCLIV
Nascente DCCCLV
Nascente DCCCLVI
Nascente DCCCLVII
Nascente DCCCLVIII
Nascente DCCCLIX
Nascente DCCCLX
Nascente DCCCLXI
Nascente DCCCLXII
Nascente DCCCLXIII
Nascente DCCCLXIV
Nascente DCCCLXV
Nascente DCCCLXVI
Nascente DCCCLXVII
Nascente DCCCLXVIII
Nascente DCCCLXIX
Nascente DCCCLXX
Nascente DCCCLXXI
Nascente DCCCLXXII
Nascente DCCCLXXIII
Nascente DCCCLXXIV
Nascente DCCCLXXV
Nascente DCCCLXXVI
Nascente DCCCLXXVII
Nascente DCCCLXXVIII
Nascente DCCCLXXIX
Nascente DCCCLXXX
Nascente DCCCLXXXI
Nascente DCCCLXXXII
Nascente DCCCLXXXIII
Nascente DCCCLXXXIV
Nascente DCCCLXXXV
Nascente DCCCLXXXVI
Nascente DCCCLXXXVII
Nascente DCCCLXXXVIII
Nascente DCCCLXXXIX
Nascente DCCCXC
Nascente DCCCXCI
Nascente DCCCXCII
Nascente DCCCXCIII
Nascente DCCCXCIV
Nascente DCCCXCV
Nascente DCCCXCVI
Nascente DCCCXCVII
Nascente DCCCXCVIII
Nascente DCCCXCIX
Nascente CM
Nascente CMI
Nascente CMII
Nascente CMIII
Nascente CMIV
Nascente CMV
Nascente CMVI
Nascente CMVII
Nascente CMVIII
Nascente CMIX
Nascente CMX
Nascente CMXI
Nascente CMXII
Nascente CMXIII
Nascente CMXIV
Nascente CMXV
Nascente CMXVI
Nascente CMXVII
Nascente CMXVIII
Nascente CMXIX
Nascente CMXX
Nascente CMXXI
Nascente CMXXII
Nascente CMXXIII
Nascente CMXXIV
Nascente CMXXV
Nascente CMXXVI
Nascente CMXXVII
Nascente CMXXVIII
Nascente CMXXIX
Nascente CMXXX
Nascente CMXXXI
Nascente CMXXXII
Nascente CMXXXIII
Nascente CMXXXIV
Nascente CMXXXV
Nascente CMXXXVI
Nascente CMXXXVII
Nascente CMXXXVIII
Nascente CMXXXIX
Nascente CMXL
Nascente CMXLI
Nascente CMXLII
Nascente CMXLIII
Nascente CMXLIV
Nascente CMXLV
Nascente CMXLVI
Nascente CMXLVII
Nascente CMXLVIII
Nascente CMXLIX
Nascente CML
Nascente CMLI
Nascente CMLII
Nascente CMLIII
Nascente CMLIV
Nascente CMLV
Nascente CMLVI
Nascente CMLVII
Nascente CMLVIII
Nascente CMLIX
Nascente CMLX
Nascente CMLXI
Nascente CMLXII
Nascente CMLXIII
Nascente CMLXIV
Nascente CMLXV
Nascente CMLXVI
Nascente CMLXVII
Nascente CMLXVIII
Nascente CMLXIX
Nascente CMLXX
Nascente CMLXXI
Nascente CMLXXII
Nascente CMLXXIII
Nascente CMLXXIV
Nascente CMLXXV
Nascente CMLXXVI
Nascente CMLXXVII
Nascente CMLXXVIII
Nascente CMLXXIX
Nascente CMLXXX
Nascente CMLXXXI
Nascente CMLXXXII
Nascente CMLXXXIII
Nascente CMLXXXIV
Nascente CMLXXXV
Nascente CMLXXXVI
Nascente CMLXXXVII
Nascente CMLXXXVIII
Nascente CMLXXXIX
Nascente CMXC
Nascente CMXCI
Nascente CMXCII
Nascente CMXCIII
Nascente CMXCIV
Nascente CMXCV
Nascente CMXCVI
Nascente CMXCVII
Nascente CMXCVIII
Nascente CMXCIX
Nascente M
Nascente MI
Nascente MII
Nascente MIII
Nascente MIV
Nascente MV
Nascente MVI
Nascente MVII
Nascente MVIII
Nascente MIX
Nascente MX
Nascente MXI
Nascente MXII
Nascente MXIII
Nascente MXIV
Nascente MXV
Nascente MXVI
Nascente MXVII
Nascente MXVIII
Nascente MXIX
Nascente MXX
Nascente MXXI
Nascente MXXII
Nascente MXXIII
Nascente MXXIV
Nascente MXXV
Nascente MXXVI
Nascente MXXVII
Nascente MXXVIII
Nascente MXXIX
Nascente MXXX
Nascente MXXXI
Nascente MXXXII
Nascente MXXXIII
Nascente MXXXIV
Nascente MXXXV
Nascente MXXXVI
Nascente MXXXVII
Nascente MXXXVIII
Nascente MXXXIX
Nascente MXL
Nascente MXLI
Nascente MXLII
Nascente MXLIII
Nascente MXLIV
Nascente MXLV
Nascente MXLVI
Nascente MXLVII
Nascente MXLVIII
Nascente MXLIX
Nascente ML
Nascente MLI
Nascente MLII
Nascente MLIII
Nascente MLIV
Nascente MLV
Nascente MLVI
Nascente MLVII
Nascente MLVIII
Nascente MLIX
Nascente MLX
Nascente MLXI
Nascente MLXII
Nascente MLXIII
Nascente MLXIV
Nascente MLXV
Nascente MLXVI
Nascente MLXVII
Nascente MLXVIII
Nascente MLXIX
Nascente MLXX
Nascente MLXXI
Nascente MLXXII
Nascente MLXXIII
Nascente MLXXIV
Nascente MLXXV
Nascente MLXXVI
Nascente MLXXVII
Nascente MLXXVIII
Nascente MLXXIX
Nascente MLXXX
Nascente MLXXXI
Nascente MLXXXII
Nascente MLXXXIII
Nascente MLXXXIV
Nascente MLXXXV
Nascente MLXXXVI
Nascente MLXXXVII
Nascente MLXXXVIII
Nascente MLXXXIX
Nascente MXC
Nascente MXCI
Nascente MXCII
Nascente MXCIII
Nascente MXCIV
Nascente MXCV
Nascente MXCVI
Nascente MXCVII
Nascente MXCVIII
Nascente MXCIX
Nascente MC
Nascente MCI
Nascente MCII
Nascente MCIII
Nascente MCIV
Nascente MCV
Nascente MCVI
Nascente MCVII
Nascente MCVIII
Nascente MCIX
Nascente MCX
Nascente MCXI
Nascente MCXII
Nascente MCXIII
Nascente MCXIV
Nascente MCXV
Nascente MCXVI
Nascente MCXVII
Nascente MCXVIII
Nascente MCXIX
Nascente MCXX
Nascente MCXXI
Nascente MCXXII
Nascente MCXXIII
Nascente MCXXIV
Nascente MCXXV
Nascente MCXXVI
Nascente MCXXVII
Nascente MCXXVIII
Nascente MCXXIX
Nascente MCXXX
Nascente MCXXXI
Nascente MCXXXII
Nascente MCXXXIII
Nascente MCXXXIV
Nascente MCXXXV
Nascente MCXXXVI
Nascente MCXXXVII
Nascente MCXXXVIII
Nascente MCXXXIX
Nascente MCXL
Nascente MCXLI
Nascente MCXLII
Nascente MCXLIII
Nascente MCXLIV
Nascente MCXLV
Nascente MCXLVI
Nascente MCXLVII
Nascente MCXLVIII
Nascente MCXLIX
Nascente MCL
Nascente MCLI
Nascente MCLII
Nascente MCLIII
Nascente MCLIV
Nascente MCLV
Nascente MCLVI
Nascente MCLVII
Nascente MCLVIII
Nascente MCLIX
Nascente MCLX
Nascente MCLXI
Nascente MCLXII
Nascente MCLXIII
Nascente MCLXIV
Nascente MCLXV
Nascente MCLXVI
Nascente MCLXVII
Nascente MCLXVIII
Nascente MCLXIX
Nascente MCLXX
Nascente MCLXXI
Nascente MCLXXII
Nascente MCLXXIII
Nascente MCLXXIV
Nascente MCLXXV
Nascente MCLXXVI
Nascente MCLXXVII
Nascente MCLXXVIII
Nascente MCLXXIX
Nascente MCLXXX
Nascente MCLXXXI
Nascente MCLXXXII
Nascente MCLXXXIII
Nascente MCLXXXIV
Nascente MCLXXXV
Nascente MCLXXXVI
Nascente MCLXXXVII
Nascente MCLXXXVIII
Nascente MCLXXXIX
Nascente MCXC
Nascente MCXCI
Nascente MCXCII
Nascente MCXCIII
Nascente MCXCIV
Nascente MCXCV
Nascente MCXCVI
Nascente MCXCVII
Nascente MCXCVIII
Nascente MCXCIX
Nascente MCC
Nascente MCCI
Nascente MCCII
Nascente MCCIII
Nascente MCCIV
Nascente MCCV
Nascente MCCVI
Nascente MCCVII
Nascente MCCVIII
Nascente MCCIX
Nascente MCCX
Nascente MCCXI
Nascente MCCXII
Nascente MCCXIII
Nascente MCCXIV
Nascente MCCXV
Nascente MCCXVI
Nascente MCCXVII
Nascente MCCXVIII
Nascente MCCXIX
Nascente MCCXX
Nascente MCCXXI
Nascente MCCXXII
Nascente MCCXXIII
Nascente MCCXXIV
Nascente MCCXXV
Nascente MCCXXVI
Nascente MCCXXVII
Nascente MCCXXVIII
Nascente MCCXXIX
Nascente MCCXXX
Nascente MCCXXXI
Nascente MCCXXXII
Nascente MCCXXXIII
Nascente MCCXXXIV
Nascente MCCXXXV
Nascente MCCXXXVI
Nascente MCCXXXVII
Nascente MCCXXXVIII
Nascente MCCXXXIX
Nascente MCCXL
Nascente MCCXLI
Nascente MCCXLII
Nascente MCCXLIII
Nascente MCCXLIV
Nascente MCCXLV
Nascente MCCXLVI
Nascente MCCXLVII
Nascente MCCXLVIII
Nascente MCCXLIX
Nascente MCCL
Nascente MCCLI
Nascente MCCLII
Nascente MCCLIII
Nascente MCCLIV
Nascente MCCLV
Nascente MCCLVI
Nascente MCCLVII
Nascente MCCLVIII
Nascente MCCLIX
Nascente MCCLX
Nascente MCCLXI
Nascente MCCLXII
Nascente MCCLXIII
Nascente MCCLXIV
Nascente MCCLXV
Nascente MCCLXVI
Nascente MCCLXVII
Nascente MCCLXVIII
Nascente MCCLXIX
Nascente MCCLXX
Nascente MCCLXXI
Nascente MCCLXXII
Nascente MCCLXXIII
Nascente MCCLXXIV
Nascente MCCLXXV
Nascente MCCLXXVI
Nascente MCCLXXVII
Nascente MCCLXXVIII
Nascente MCCLXXIX
Nascente MCCLXXX
Nascente MCCLXXXI
Nascente MCCLXXXII
Nascente MCCLXXXIII
Nascente MCCLXXXIV
Nascente MCCLXXXV
Nascente MCCLXXXVI
Nascente MCCLXXXVII
Nascente MCCLXXXVIII
Nascente MCCLXXXIX
Nascente MCCXC
Nascente MCCXCI
Nascente MCCXCII
Nascente MCCXCIII
Nascente MCCXCIV
Nascente MCCXCV
Nascente MCCXCVI
Nascente MCCXCVII
Nascente MCCXCVIII
Nascente MCCXCIX
Nascente MCCC
Nascente MCCCI
Nascente MCCCII
Nascente MCCCIII
Nascente MCCCIV
Nascente MCCCV
Nascente MCCCVI
Nascente MCCCVII
Nascente MCCCVIII
Nascente MCCCIX
Nascente MCCCX
Nascente MCCCXI
Nascente MCCCXII
Nascente MCCCXIII
Nascente MCCCXIV
Nascente MCCCXV
Nascente MCCCXVI
Nascente MCCCXVII
Nascente MCCCXVIII
Nascente MCCCXIX
Nascente MCCCXX
Nascente MCCCXXI
Nascente MCCCXXII
Nascente MCCCXXIII
Nascente MCCCXXIV
Nascente MCCCXXV
Nascente MCCCXXVI
Nascente MCCCXXVII
Nascente MCCCXXVIII
Nascente MCCCXXIX
Nascente MCCCXXX
Nascente MCCCXXXI
Nascente MCCCXXXII
Nascente MCCCXXXIII
Nascente MCCCXXXIV
Nascente MCCCXXXV
Nascente MCCCXXXVI
Nascente MCCCXXXVII
Nascente MCCCXXXVIII
Nascente MCCCXXXIX
Nascente MCCCXL
Nascente MCCCXLI
Nascente MCCCXLII
Nascente MCCCXLIII
Nascente MCCCXLIV
Nascente MCCCXLV
Nascente MCCCXLVI
Nascente MCCCXLVII
Nascente MCCCXLVIII
Nascente MCCCXLIX
Nascente MCCCL
Nascente MCCCLI
Nascente MCCCLII
Nascente MCCCLIII
Nascente MCCCLIV
Nascente MCCCLV
Nascente MCCCLVI
Nascente MCCCLVII
Nascente MCCCLVIII
Nascente MCCCLIX
Nascente MCCCLX
Nascente MCCCLXI
Nascente MCCCLXII
Nascente MCCCLXIII
Nascente MCCCLXIV
Nascente MCCCLXV
Nascente MCCCLXVI
Nascente MCCCLXVII
Nascente MCCCLXVIII
Nascente MCCCLXIX
Nascente MCCCLXX
Nascente MCCCLXXI
Nascente MCCCLXXII
Nascente MCCCLXXIII
Nascente MCCCLXXIV
Nascente MCCCLXXV
Nascente MCCCLXXVI
Nascente MCCCLXXVII
Nascente MCCCLXXVIII
Nascente MCCCLXXIX
Nascente MCCCLXXX
Nascente MCCCLXXXI
Nascente MCCCLXXXII
Nascente MCCCLXXXIII
Nascente MCCCLXXXIV
Nascente MCCCLXXXV
Nascente MCCCLXXXVI
Nascente MCCCLXXXVII
Nascente MCCCLXXXVIII
Nascente MCCCLXXXIX
Nascente MCCCXC
Nascente MCCCXCI
Nascente MCCCXCII
Nascente MCCCXCIII
Nascente MCCCXCIV
Nascente MCCCXCV
Nascente MCCCXCVI
Nascente MCCCXCVII
Nascente MCCCXCVIII
Nascente MCCCXCIX
Nascente MCD
Nascente MCDI
Nascente MCDII
Nascente MCDIII
Nascente MCDIV
Nascente MCDV
Nascente MCDVI
Nascente MCDVII
Nascente MCDVIII
Nascente MCDIX
Nascente MC

A Tabela 35 a seguir resume o exposto.

| Tabela 35 - Cálculo das Áreas de Sistemas Ambientais | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Sistemas Ambientais** | **km²** | **% (área)** | **Focos Erosivos** | **% (focos)** |
| SA - I | 54,83 | 14,93 | 8 | 40 |
| SA - II | 87,23 | 23,75 | 7 | 35 |
| SA - III | 50,61 | 13,78 | 3 | 15 |
| SA - IV | 174,59 | 47,54 | 2 | 10 |
| **Área total do projeto** | **367,26** | **100** | **20** | **100** |

Finalmente, ao se relacionar o mapa de sistemas ambientais (Figura 92) com aquele das propriedades rurais, pode-se constatar de imediato que a maioria das Fazendas possui terras em pelo menos dois sistemas ambientais, com exceção das Fazendas Cristiane, Três Fronteiras, Cabeceira Alta, Chitolina II e V. Pazinato cujas terras encontram-se contidas no sistema ambiental IV, o menos crítico, porém são propriedades menores em relação à grande maioria delas.

Como as sub-bacias identificadas na área são menores que a área do projeto e como há essas propriedades que estão situadas na chapada, o que se propõe é que o planejamento seja feito por propriedade rural à luz do zoneamento proposto em sistemas ambientais, adotando-se para todas as medidas necessárias ao atendimento da legislação ambiental em vigor no que se refere às APP, Reservas Legais e máximo possíveis para atividade agropecuária.

Por outro lado, por se tratar de áreas generalizadamente com elevadas suscetibilidades e riscos altos, muito altos e máximo ao fenômeno, nitidamente relacionado com o uso e manejo das terras, propõe-se que o plano de manejo envolvendo práticas conservacionistas e alto nível tecnológico (C ou desenvolvido) seja estritamente observado e obrigatório, feito pro profissionais do ramo e com assinatura de responsabilidade técnica (RT) junto ao CREA-GO e MT, com fiscalização do IBAMA, no prazo de dois anos, mediante termo de Ajustamento de Conduta e monitoramento continuado pelo prazo de 5 anos, até que a recomposição ambiental apresente as evidências seguras de recuperação das áreas degradadas, como será exposto na Parte III deste Plano Diretor.

# PARTE III

## DIRETRIZES E AÇÕES PARA CONTROLE DA EROSÃO LINEAR NAS ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DAS NASCENTES DO RIO ARAGUAIA E ARAGUAINHA

# POLÍTICA DE CONTROLE: DIRETRIZES GERAIS

## INTRODUÇÃO

A Figura 93 apresenta a síntese geral da situação em que se encontra a área, cujos limites são aproximados devido a escala do estudo desenvolvido, e objetiva subsidiar as ações de controle dos processos erosivos lineares e a recomposição ambiental da área.

Pela Figura 93 percebe-se ainda que as áreas cultivadas ou com pastagem onde não há práticas conservacionistas merecem a maior atenção do que as que não têm ou têm área insuficiente para reservas legais e APP. Paralelamente estas últimas também são destacadas, principalmente as bordas de chapada, as escarpas, as faixas ciliares e as nascentes Tais áreas devem ser o principal objeto de ações prioritárias no que se refere à implantação de Planos de Gestão Ambiental e Termo de compromisso a ser solicitado aos proprietários rurais (pessoas físicas ou jurídicas).

Pode-se ver em destaque ainda essas áreas mais críticas consideradas alvo de ações emergenciais representados nas cores vermelho (sem práticas conservacionistas), amarelo (indicadas para reservas legais), marrom (escarpas) e bege (Bordas de chapada) tanto do lado goiano como mato-grossense. Neste lado onde as escarpas e as bordas de chapada são inclusive bem maiores do que do lado goiano.Pode-se concluir que há maior área com grau de criticidade elevado, do lado mato-grossense. Assim, é notável a demanda de recomposição de bordas de chapada, de faixas ciliares e de reserva legal nos dois estados e em todas as áreas, sintetizando o exposto na parte II deste Plano.

A Tabela 36 a seguir resume a Figura 93 para a área toda e as Tabelas 37, 38 e 39 apresentam os dados para as áreas A, B e C.

| Tabela 36 - Cálculo da Área Total | | |
|---|---|---|
| **Área total** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 803,18 | 8,03 |
| APP Chapada | 2.082,99 | 20,83 |
| APP Drenagem | 877,76 | 8,78 |
| Proposta de averbação | 2.902,83 | 29,03 |
| Proposta de averbação e recomposição | 3.086,92 | 30,87 |
| Remanescentes em APP drenagem | 801,27 | 8,01 |
| Vegetação em reserva legal | 285,76 | 2,86 |
| Vegetação original | 1.061,54 | 10,62 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 3.041,96 | 30,42 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 20.120,51 | 201,21 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 224,45 | 2,24 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 1.423,91 | 14,24 |

| Tabela 37 - Cálculo da Área A | | |
|---|---|---|
| **Área A** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,74 | 0,007 |
| APP Chapada | 0,15 | 0,002 |
| APP Drenagem | 154,18 | 1,542 |
| Proposta de averbação | 246,52 | 2,465 |
| Proposta de averbação e recomposição | 520,21 | 5,202 |
| Remanescentes em APP drenagem | 118,34 | 1,183 |
| Vegetação em reserva legal | 0,21 | 0,002 |
| Vegetação original | 5,39 | 0,054 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 437,18 | 4,372 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 2.122,63 | 21,226 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 224,45 | 2,245 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 184,36 | 1,844 |

| Tabela 38 - Cálculo da Área B | | |
|---|---|---|
| **Área B** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 802,05 | 8,02 |
| APP Chapada | 1.208,36 | 12,08 |
| APP Drenagem | 372,37 | 3,72 |
| Proposta de averbação | 1.683,76 | 16,84 |
| Proposta de averbação e recomposição | 514,08 | 5,14 |
| Remanescentes em APP drenagem | 369,52 | 3,70 |
| Vegetação em reserva legal | 285,53 | 2,86 |
| Vegetação original | 201,70 | 2,02 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 2.156,98 | 21,57 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 8.593,17 | 85,93 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,00 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 1.067,23 | 10,67 |

| Tabela 39- Cálculo da Área C | | |
|---|---|---|
| **Área C** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,00 |
| APP Chapada | 874,73 | 8,75 |
| APP Drenagem | 352,55 | 3,53 |
| Proposta de averbação | 968,81 | 9,69 |
| Proposta de averbação e recomposição | 2.056,82 | 20,57 |
| Remanescentes em APP drenagem | 329,19 | 3,29 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,00 |
| Vegetação original | 859,77 | 8,60 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 445,84 | 4,46 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 9.413,78 | 94,14 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,00 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 171,25 | 1,71 |

Os setores prioritários para as ações neste Plano de Controle da erosão são:

- Os setores das nascentes strictu senso do rio Araguaia e do córrego Queixada como os mais críticos devido à falta de proteção das escarpas, das bordas de chapada e das faixas ciliares do lado goiano;

- As escarpas, bordas de chapada e zonas de amortecimento destas como os mais críticos do lado mato-grossense.

Na área A a maior prioridade é para recomposição e averbação de reservas legais e a implementação de práticas conservacionistas que juntas alcançam cerca de 1075 há aproximadamente.

Na área B a maior prioridade situa-se na recomposição da APP de borda de chapada, de faixas ciliares e de averbação de reservas legais que juntas somam 3.264,5 ha aproximadamente, acompanhada pela implementação de práticas conservacionistas que atinge cerca de 2.157 ha.

Na área C a maior prioridade situa-se na necessidade de averbação e recomposição de reserva legal com 2057ha aproximadamente, seguida da averbação de áreas disponíveis para reserva legal (969 há aproximadamente) e recomposição das bordas de chapada (875 ha aproximadamente).

## 1. POLÍTICA DE RECOMPOSIÇÃO AMBIENTAL E AÇÕES

Assim, a **Política de Recomposição Ambiental das Nascentes dos rios Araguaia e Araguainha** dirige-se ao atendimento da legislação ambiental e às recomendações técnicas de manejo adequado das terras, como condição sine qua non para a recomposição ambiental da área como um todo. Os objetivos específicos dessa política são voltados para a implementação das seguintes ações:

a) a revegetação das áreas com déficits em APP e Reserva Legal bem como do das bordas de chapada, escarpas e entorno das escarpas das chapadas (aqui entendido como zona de amortecimento) através de extensão máxima possível de modo a dirimir a fragmentação das áreas vegetadas;

b) a implementação de planos de Gestão Ambiental agropecuário baseados em práticas conservacionistas adequadas;

c) a recuperação e a manutenção das rodovias e estradas;

d) a contenção dos focos erosivos

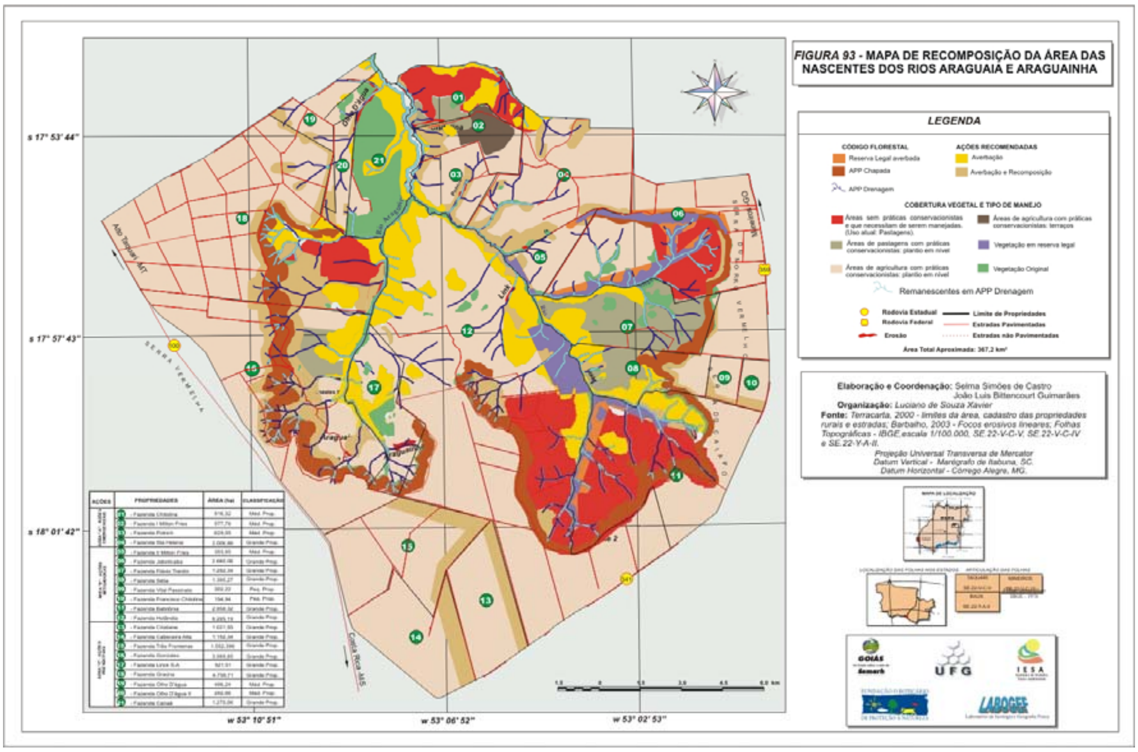


FIGURA 93 - MAPA DE RECOMPOSIÇÃO DA ÁREA DAS NASCENTES DOS RIOS ARAGUAIA E ARAGUAINHA
LEGENDA
CÓDIGO FLORESTAL
Reserva Legal averbada
APP Chapada
APP Drenagem
AÇÕES RECOMENDADAS
Averbação
Averbação e Recomposição
COBERTURA VEGETAL E TIPO DE MANEJO
Áreas sem práticas conservacionistas e que necessitam de serem manejadas. (Uso atual: Pastagens).
Áreas de agricultura com práticas conservacionistas: terraços
Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível
Vegetação em reserva legal
Áreas de agricultura com práticas conservacionistas: plantio em nível
Vegetação Original
Remanescentes em APP Drenagem
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Erosão
Limite de Propriedades
Estradas Pavimentadas
Estradas não Pavimentadas
Área Total Aproximada: 367,2 km²
Elaboração e Coordenação: Selma Simões de Castro
João Luis Bittencourt Guimarães
Organização: Luciano de Souza Xavier
Fonte: Terracarta, 2000 - limites da área, cadastro das propriedades rurais e estradas; Barbalho, 2003 - Focos erosivos lineares; Folhas Topográficas - IBGE,escala 1/100.000, SE.22-V-C-V, SE.22-V-C-IV e SE.22-Y-A-II.
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical - Marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
s 17° 53' 44"
s 17° 57' 43"
s 18° 01' 42"
w 53° 10' 51"
w 53° 06' 52"
w 53° 02' 53"
UFG
IESA
LABOGEF

É de suma importância que a política seja conjunta entre Goiás e Mato Grosso tendo em vista tratar-se de uma mesma bacia. Nesse sentido deverá ser firmada parceria entre os estados através de políticas públicas interestaduais de combate à erosão.

A Tabela 40 a seguir resume as ações específicas para a mitigação dos efeitos da erosão já instalada e prevenir o aparecimento de novos focos, trazendo melhor custo x benefício para a área como um todo e para as propriedades em particular.

**Tabela 40 – Usos Atuais e Propostos**

| USOS ATUAIS | USOS PROPOSTOS |
|---|---|
| APP Chapada deficitária | Delimitar Recuo mínimo de 100m da borda e Revegetar com espécies nativas conforme recomendação técnica competente. |
| APP Drenagens deficitárias | Delimitar 30m em córregos e 50m no Araguaia e Araguainha e 100 m no Araguaia no trecho final (Fazenda Canaã, Olho d'Água, Olho dágua II, Fries I e Chitolina) em cada margem.<br>Em áreas com solos com evidências de hidromorfia sazonal, no terço inferior das encostas, estender a faixa ciliar até seu início, de preferência a conectar com reserva legal. |
| APP existentes | Manter. Ampliar de modo a facilitar conexão com APP Chapada e APP nascentes ou Reserva Legal isolada, eventualmente realocando estas. |
| Reserva Legal sem averbação, mas com área disponível | Delimitar em local apropriado garantindo corredores com APP. Averbar. |
| Reserva Legal averbada | Manter áreas que estão fora de APP e Realocar as que estão em APP; de preferência revegetar áreas vizinhas correspondentes, estabelecendo corredores. |
| Propriedades sem área disponível para Reserva Legal | Delimitar em conexão com APP vizinhas, revegetar e averbar. Avaliar possibilidade de averbar áreas extra - propriedade. |
| Áreas excedentes exclusive APP e Reserva Legal | Manter e criar ARE ou RPPN (GO) ou de reserva provisória (MT). |
| Áreas agropecuárias sem Práticas Conservacionistas | Nas áreas cultiváveis- exemplos:curvas de nível, terraços de base larga inclinados, cordões de contorno, rotação de culturas, correção, adubação, plantio na palha ou direto, culturas em faixas. Nos pastos- exemplos:recuperação de pastos, instalação de bebedouros para o gado, rotação de pasto e erradicação de superpastoreio.<br>Nas erosões- exemplos: isolamento e revegetação da área de contribuição com espécies antivas. Obras internas de contenção que não envolvam aterramentos, que implantem drenos profundos, diminuam o ângulo dos taludes e os estabilizem e que favoreçam a revegetação rápida com espécies fixadoras. |
| Estradas sem manutenção | Implantar caixas de dissipação, barramentos em nível com sangras laterais, levantar e cascalhar os leitos carroçáveis, revegetar margens com plantas arbóreas nativas, de preferência frutíferas, e extrato herbário.Fazer manutenção preventiva. |

A Tabela 41, a seguir, mostra essas ações por propriedade rural.

| Tabela 41 – Ações prioritárias por propriedade rural | | |
|---|---|---|
| **Nº. no mapa** | **FAZENDAS** | **AÇÕES RECOMENDADAS** |
| 01 | Chitolina | Implantar reserva legal de preferência em conexão com APP. Implantar práticas conservacionistas nas áreas de pastagens Manter práticas conservacionistas onde existem. Conter a voçoroca. |
| 02 | Fries I | Averbar e recompor área de reserva legal, de preferência em conexão com APP. Manter práticas conservacionistas onde existem.Revegetar APP drenagem |
| 03 | Potrich | Averbar e recompor reserva legal de preferência em conexão com APP drenagem. Recompor fixa ciliar de drenagem e de nascentes. Manter plantio em nível.Conter a voçoroca. |
| 04 | Santa Helena | Averbar e recompor reserva legal de preferência em conexão com APP drenagem. Recompor fixa ciliar de drenagem e de nascentes. Manter plantio em nível.Conter a voçoroca. |
| 05 | Fries II | Manter reserva legal e ampliar de preferência em conexão com APP drenagem. Manter plantio em nível. |
| 06 | Jaboticaba | Manter e ampliar reserva legal de preferência em conexão com APP drenagem e chapada. Manter vegetação original onde há e criar RPPN. Recompor borda de chapada e nascentes próximas.Recompor zona de amortecimento da chapada abaixo da escarpa. Implantar práticas conservacionistas nas pastagens que estão sem e manter nas que têm. |
| 07 | F. Trentin | Implantar reserva legal. Manter vegetação original onde há. Recompor faixas ciliares. Recompor borda de chapada. Manter práticas conservacionistas onde há. |
| 08 | Sélia | Recompor borda de chapada. Recompor faixas ciliares de drenagem.Implantar reserva legal de preferência em conexão com APP drenagem e borda de chapada. Recompor vegetação da escarpa |
| 09 e 10 | V. Pazinato e Chitolina | Implantar reserva legal em conexão com borda de chapada. Manter práticas conservacionistas onde há. |
| 11 | Babilônia | Manter e ampliar reserva legal de preferência em conexão com APP chapada e drenagem. Recompor borda de chapada, escarpas e faixas ciliares. Implantar práticas conservacionistas nas pastagens (zona rebaixada). Manter práticas conservacionistas no topo da chapada. Conter as voçorocas. |
| 12 | Holândia | Averbar e ampliar reserva legal de preferência em conexão com APP drenagem. Recompor bordas de chapada, escarpas, faixas ciliares e nascentes de preferência todas conectadas entre si. Implantar práticas conservacionistas nas áreas de pastagem e de culturas onde não há (zona rebaixada). Manter práticas conservacionistas na chapada e nas colinas da zona rebaixada. Conter a voçoroca. |
| 13 a 15 | Cristiane, Cabeceira Alta e Três Fronteiras | Implantar reserva legal constituindo corredor de conexão com borda de chapada das fazendas vizinhas Holândia, Gonzáles e Linck. Manter práticas conservacionistas nas áreas de cultivo. |
| 16 | Gonzáles | Implantar reserva legal de preferência em conexão com APP drenagem. Recompor borda de chapada, escarpas, faixas ciliares nascentes e zona de amortecimento das escarpas. Manter práticas conservacionistas nas áreas de cultivo e de pastagens. Conter as voçorocas. |
| 17 | Linck | Implantar reserva legal de preferência em conexão com APP drenagem. Manter vegetação original e criar RPPN ou similar.Recompor faixas ciliares, de nascentes, de escarpa e de borda de Chapada. Manter práticas conservacionistas nas áreas de cultivo.Conter a voçoroca. |
| 18 | Graúna | Implantar reserva legal de preferência em conexão com borda de chapada e APP drenagem. Recompor faixas ciliares, de nascentes, de escarpa, de amortecimento da escarpa e de borda de chapada. Manter práticas conservacionistas nas áreas de cultivo da chapada e implantá-las na área de pastagem excluída a área de amortecimento da escarpa.Conter voçorocas. |
| 19 | Olho d'água | Implantar reserva legal em conexão com a grande área de vegetação nativa vizinha das Fazendas Olho d'água II e Canaã. Recompor nascentes. Manter as práticas conservacionistas nas áreas de cultivo. Conter a voçoroca em conjunto com as fazendas citadas. |
| 20 | Olho d'água II | Implantar reserva legal. Criar RPPN. Não desmatar a vegetação nativa. Manter as práticas conservacionistas nas áreas de cultivo. Conter a voçoroca em conjunto com as fazendas vizinha. Olho d'água e Canaã. |
| 21 | Canaã | Implantar reserva legal e RPPN para o restante da área com vegetação nativa. Manter as práticas conservacionistas na pequena área que a tem, mas de preferência recompor a vegetação natural da área. Conter a erosão em conjunto com as fazendas vizinhas, Olho d'água e Olho d'água II. |

## 2. ORDENAMENTO DE AÇÕES PRÉVIAS AO PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL DAS PROPRIEDADES

A solução para o problema, posto que o diagnóstico forneceu os indicadores e prioridades, e a política está definida, requer as seguintes ações ordenadas, para sua implementação por meio de um plano de Gestão Ambiental para cada propriedade, a saber:

- Levantamento de dados da situação atual da propriedade (dados do proprietário, área total, matrícula, infra estrutura e situação fundiária);

- Levantamento cartográfico da propriedade em escala, no mínimo, 1: 25.000, com eqüidistância das curvas de nível de 20m.(planialtimetria), dos parcelamentos e usos agropecuários, de infra-estrutura, APP (faixas ciliares, nascentes, bordas de chapadas e escarpas), de remanescentes de vegetação nativa com respectivas fitofisionomias, de capacidade de uso das terras, de áreas degradadas, inclusive por erosão laminar e/ou linear e Reserva Legal;

- o mapa de uso do solo atual ou carta-imagem com os comprovantes de vistoria; Levantamento das averbações das reservas legais junto aos cartórios de Mineiros e Alto Taquari ou outros, quando necessário;

- avaliação da condição biológica dos remanescentes de vegetação nativa, se houver;

- as estradas e seu estado de conservação;

- Cadastro atual detalhado de erosões lineares se houver;

- Indicação das áreas para disposição de resíduos sólidos e depósitos de embalagens de agrotóxicos utilizadas;

- Análise e interpretação diagnóstica com base nos documentos obtidos, e detalhamento das atividades para recomposição (revegetação, averbação, criação eventual de unidades de conservação, isolamento de áreas, enriquecimentos vegetacionais, recuperação de solos e recursos hídricos degradados).

Nesse sentido, as tabelas (42,43,44 e 45 referentes aos sistemas ambientais) e Tabela 46 a seguir mostra os dados por Área de Planejamento conforme o projeto inicial de Recomposição das Nascentes do Araguaia (FEMAS, 2001) incluindo as fazendas de cada área (A, B ou C), além do sistema ambiental e das recomendações.

**Tabela 42 – Sistema Ambiental I**

| Sistema Ambiental I | ha | km² |
|---|---|---|
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,00 |
| APP Chapada | 389,02 | 3,89 |
| APP Drenagem | 253,66 | 2,54 |
| Proposta de averbação | 775,94 | 7,76 |
| Proposta de averbação e recomposição | 945,66 | 9,46 |
| Remanescentes em APP drenagem | 236,95 | 2,37 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,00 |
| Vegetação original | 766,69 | 7,67 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 442,14 | 4,42 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 1.535,86 | 15,36 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,00 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 1.691,01 | 16,91 |

**Tabela 43 - Sistema Ambiental II**

| Sistema Ambiental II | ha | km² |
|---|---|---|
| Reserva legal averbada | 498,75 | 4,99 |
| APP Chapada | 282,20 | 2,82 |
| APP Drenagem | 330,83 | 3,31 |
| Proposta de averbação | 887,15 | 8,87 |
| Proposta de averbação e recomposição | 588,77 | 5,89 |
| Remanescentes em APP drenagem | 350,07 | 3,50 |
| Vegetação em reserva legal | 163,53 | 1,64 |
| Vegetação original | 121,20 | 1,21 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 1.792,48 | 17,92 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 2.327,82 | 23,28 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 224,27 | 2,24 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 1.187,96 | 11,88 |

| Tabela 44 - Sistema Ambiental III | | |
|---|---|---|
| **Sistema Ambiental III** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 240,02 | 2,40 |
| APP Chapada | 102,96 | 1,03 |
| APP Drenagem | 190,54 | 1,91 |
| Proposta de averbação | 1.232,83 | 12,33 |
| Proposta de averbação e recomposição | 201,38 | 2,01 |
| Remanescentes em APP drenagem | 153,12 | 1,53 |
| Vegetação em reserva legal | 32,40 | 0,32 |
| Vegetação original | 170,72 | 1,71 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 674,71 | 6,75 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 2.059,89 | 20,60 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,00 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 7,87 | 0,08 |

| Tabela 45 - Sistema Ambiental IV | | |
|---|---|---|
| **Sistema Ambiental IV** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 67,86 | 0,68 |
| APP Chapada | 1.348,69 | 13,49 |
| APP Drenagem | 109,04 | 1,09 |
| Proposta de averbação | 22,93 | 0,23 |
| Proposta de averbação e recomposição | 1.364,55 | 13,65 |
| Remanescentes em APP drenagem | 71,83 | 0,72 |
| Vegetação em reserva legal | 92,74 | 0,93 |
| Vegetação original | 12,52 | 0,13 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 140,38 | 1,40 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 14.199,08 | 141,99 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,00 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 67,39 | 0,67 |

| Tabela 46 - Sistemas Ambientais, Criticidade e Tipos de ações prioritárias | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ÁREA/ ESTADO** | **FAZENDAS** | **SIST. AMB.** | **CRITICIDADE** | **TIPOS DE AÇÕES PRIORITÁRIAS** |
| **A (GO)** Chapada e Zona rebaixada. | Chitolina, Fries I Potrich Sta. Helena | II e IV | 1º. e 2º. do lado goiano. | Implantar Reservas Legais e Averbar. Recompor todas a áreas de alto risco erosivo tais como faixas ciliares, nascentes e áreas sem práticas conservacionistas na zona rebaixada. Implementar práticas conservacionistas, sobretudo nas áreas de pastagem. Conter as voçorocas Chitolina, Potrich e Sta. Helena. |
| **B (GO)** Chapada e Zona rebaixada | Jaboticaba F. Trentin Sélia V. Pazinato Babilônia (parte) | II e IV | 1º. e 2º. do lado goiano | Recompor borda de chapada, escarpas, nascentes, faixas ciliares e implantar reserva legal. Manter as práticas conservacionistas onde há. Conter as voçorocas Buracão A e B. |
| **B (MT)** Chapada e Zona rebaixada. | Babilônia (parte) Holândia | III e IV | 2º. e 3º. do lado mato-grossense | Recompor borda de chapada, nascentes, faixas ciliares e implantar reservas legais.<br>Manter práticas conservacionistas onde há e implementá-las nas áreas de pastagem..<br>Conter as voçorocas Nascente 1, Nascente 2, Holândia.<br>Manter práticas conservacionistas nas áreas de cultivo. |
| **C** (apenas chapada**)** | Cristiane, Cabeceira Alta e Três Fronteiras | IV (parte) | 3º. do lado mato-grossense (parte) | Recompor reserva legal. Manter práticas conservacionistas nas áreas de cultivo. |
| **C** Chapada e Zona rebaixada | Gonzáles Linck Graúna Olho d'água Olho d'água II e Canaã | I e IV (parte) | 1º. e 2º. do lado mato-grossense. | Recompor bordas de escarpas, escarpas e zonas de amortecimento das escarpas. Recompor faixas ciliares e nascentes. Implantar práticas conservacionistas e mantê-las onde já há.<br>Conter as voçorocas Olho d'água e Olho d'água I bem como os numerosos focos menores Araguainha A, B, C, Gonzáles I, II e III, Graúna I e II, Araras, Olho d'água e Olho d'água I.<br>Criar pelo menos uma RPPN, englobando grande parte da Fazenda Canaã. |

As Tabelas (47 a 66) indicam as áreas para uso propostos a seguir.

| Tabela 47 - Cálculo das áreas - Fazenda Chitolina | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Chitolina** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 32,55 | 0,326 |
| Proposta de averbação | 146,73 | 1,467 |
| Proposta de averbação e recomposição | 11,99 | 0,120 |
| Remanescentes em APP drenagem | 38,63 | 0,386 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 1,32 | 0,013 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 429,78 | 4,298 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 3,69 | 0,037 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 141,60 | 1,416 |

| Tabela 48 - Cálculo das áreas - Fazenda I Milton Fries | | |
|---|---|---|
| **Fazenda I Milton Fries** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 18,81 | 0,188 |
| Proposta de averbação | 22,88 | 0,229 |
| Proposta de averbação e recomposição | 73,89 | 0,739 |
| Remanescentes em APP drenagem | 11,20 | 0,112 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 0,84 | 0,008 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 3,17 | 0,032 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 184,78 | 1,848 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 222,52 | 2,225 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 43,76 | 0,438 |

| Tabela 49 - Cálculo das áreas - Fazenda Potrich | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Potrich** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 32,71 | 0,327 |
| Proposta de averbação | 34,19 | 0,342 |
| Proposta de averbação e recomposição | 83,93 | 0,839 |
| Remanescentes em APP drenagem | 33,77 | 0,338 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 3,06 | 0,031 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 446,43 | 4,464 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 50 - Cálculo das áreas - Fazenda Santa Helena | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Santa Helena** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,73 | 0,007 |
| APP Chapada | 0,15 | 0,002 |
| APP Drenagem | 71,14 | 0,711 |
| Proposta de averbação | 43,39 | 0,434 |
| Proposta de averbação e recomposição | 351,39 | 3,514 |
| Remanescentes em APP drenagem | 34,99 | 0,350 |
| Vegetação em reserva legal | 0,21 | 0,002 |
| Vegetação original | 0,15 | 0,002 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 6,23 | 0,062 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 1.503,78 | 15,038 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |
| | | |
| **Tabela 51 - Cálculo das áreas - Fazenda II Milton Fries** | | |
| **Fazenda II Milton Fries** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 33,08 | 0,331 |
| APP Chapada | 0,21 | 0,002 |
| APP Drenagem | 20,98 | 0,210 |
| Proposta de averbação | 1,47 | 0,015 |
| Proposta de averbação e recomposição | 32,18 | 0,322 |
| Remanescentes em APP drenagem | 7,66 | 0,077 |
| Vegetação em reserva legal | 14,53 | 0,145 |
| Vegetação original | 0,89 | 0,009 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 289,12 | 2,891 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 52 - Cálculo das áreas - Fazenda Jaboticaba | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Jaboticaba** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 310,53 | 3,11 |
| APP Chapada | 102,70 | 1,027 |
| APP Drenagem | 43,92 | 0,439 |
| Proposta de averbação | 3,48 | 0,035 |
| Proposta de averbação e recomposição | 28,85 | 0,289 |
| Remanescentes em APP drenagem | 58,88 | 0,589 |
| Vegetação em reserva legal | 195,46 | 1,955 |
| Vegetação original | 0,00 | 0,000 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 415,35 | 4,154 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 1.492,41 | 14,924 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 10,35 | 0,104 |

| Tabela 53 - Cálculo das áreas - Fazenda Flávio Trentrin | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Flávio Trentrin** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,79 | 0,008 |
| APP Chapada | 98,41 | 0,984 |
| APP Drenagem | 35,94 | 0,359 |
| Proposta de averbação | 244,56 | 2,446 |
| Proposta de averbação e recomposição | 1,47 | 0,015 |
| Remanescentes em APP drenagem | 35,94 | 0,359 |
| Vegetação em reserva legal | 4,38 | 0,044 |
| Vegetação original | 11,83 | 0,118 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 2,48 | 0,025 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 16,96 | 0,170 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 837,78 | 8,378 |

| Tabela 54 - Cálculo das áreas - Fazenda Sélia | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Sélia** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 2,69 | 0,027 |
| APP Chapada | 137,42 | 1,374 |
| APP Drenagem | 10,88 | 0,109 |
| Proposta de averbação | 193,35 | 1,934 |
| Proposta de averbação e recomposição | 94,40 | 0,944 |
| Remanescentes em APP drenagem | 52,22 | 0,522 |
| Vegetação em reserva legal | 1,16 | 0,012 |
| Vegetação original | 18,60 | 0,186 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 655,79 | 6,558 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 221,41 | 2,214 |

| Tabela 55 - Cálculo das áreas - Fazenda Vital Pasinato | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Vital Pasinato** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação e recomposição | 43,07 | 0,431 |
| Remanescentes em APP drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 0,00 | 0,000 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 162,53 | 1,625 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 56 - Cálculo das áreas - Fazenda Francisco Chitolina | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Francisco Chitolina** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação e recomposição | 41,06 | 0,411 |
| Remanescentes em APP drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 0,00 | 0,000 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 153,60 | 1,536 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 57 - Cálculo das áreas - Fazenda Babilônia | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Babilônia** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 218,72 | 2,187 |
| APP Chapada | 392,46 | 3,925 |
| APP Drenagem | 71,30 | 0,713 |
| Proposta de averbação | 193,77 | 1,938 |
| Proposta de averbação e recomposição | 36,94 | 0,369 |
| Remanescentes em APP drenagem | 84,46 | 0,845 |
| Vegetação em reserva legal | 37,84 | 0,378 |
| Vegetação original | 79,60 | 0,796 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 912,47 | 9,125 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 809,82 | 8,098 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 58 - Cálculo das áreas - Fazenda Cristiane | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Cristiane** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação e recomposição | 203,60 | 2,036 |
| Remanescentes em APP drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 0,00 | 0,000 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 809,08 | 8,091 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 59 - Cálculo das áreas - Fazenda Cabeceira Alta | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Cabeceira Alta** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação e recomposição | 230,35 | 2,304 |
| Remanescentes em APP drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 0,00 | 0,000 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 961,09 | 9,611 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 60 - Cálculo das áreas - Fazenda Três Fronteiras | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Três Fronteiras** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação | 0,00 | 0,000 |
| Proposta de averbação e recomposição | 308,68 | 3,087 |
| Remanescentes em APP drenagem | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 0,00 | 0,000 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 1.237,48 | 12,375 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 61 - Cálculo das áreas - Fazenda Gonzales | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Gonzales** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 560,60 | 5,606 |
| APP Drenagem | 152,59 | 1,526 |
| Proposta de averbação | 227,91 | 2,279 |
| Proposta de averbação e recomposição | 565,83 | 5,658 |
| Remanescentes em APP drenagem | 78,22 | 0,782 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 38,00 | 0,380 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 117,76 | 1,178 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 2.082,03 | 20,820 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 170,78 | 1,708 |

| Tabela 62 - Cálculo das áreas - Fazenda Linck | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Linck** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,00 |
| APP Chapada | 63,79 | 0,638 |
| APP Drenagem | 46,98 | 0,470 |
| Proposta de averbação | 197,68 | 1,977 |
| Proposta de averbação e recomposição | 0,00 | 0,000 |
| Remanescentes em APP drenagem | 40,43 | 0,404 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 100,85 | 1,009 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 482,00 | 4,820 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 63 - Cálculo das áreas - Fazenda Graúna | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Graúna** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 251,38 | 2,514 |
| APP Drenagem | 93,13 | 0,931 |
| Proposta de averbação | 251,01 | 2,510 |
| Proposta de averbação e recomposição | 643,79 | 6,438 |
| Remanescentes em APP drenagem | 89,80 | 0,898 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 74,52 | 0,745 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 326,65 | 3,267 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 3.040,28 | 30,403 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 64 - Cálculo das áreas - Fazenda Olho D´água | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Olho D´água** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 20,66 | 0,207 |
| Proposta de averbação | 15,43 | 0,154 |
| Proposta de averbação e recomposição | 71,35 | 0,714 |
| Remanescentes em APP drenagem | 13,42 | 0,134 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 0,00 | 0,000 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 373,96 | 3,740 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,00 | 0,000 |

| Tabela 65 - Cálculo das áreas - Fazenda Olho D´água II | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Olho D´água II** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 30,55 | 0,306 |
| Proposta de averbação | 13,42 | 0,134 |
| Proposta de averbação e recomposição | 40,69 | 0,407 |
| Remanescentes em APP drenagem | 1,37 | 0,014 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 2,64 | 0,026 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 203,81 | 2,038 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em | 0,00 | 0,000 |

| | | |
|---|---|---|
| nível | | |

| Tabela 66 - Cálculo das áreas - Fazenda Canaã | | |
|---|---|---|
| **Fazenda Canaã** | **ha** | **km²** |
| Reserva legal averbada | 0,00 | 0,000 |
| APP Chapada | 0,00 | 0,000 |
| APP Drenagem | 11,89 | 0,119 |
| Proposta de averbação | 269,04 | 2,690 |
| Proposta de averbação e recomposição | 0,36 | 0,004 |
| Remanescentes em APP drenagem | 112,05 | 1,121 |
| Vegetação em reserva legal | 0,00 | 0,000 |
| Vegetação original | 647,18 | 6,472 |
| Áreas sem práticas conservacionistas | 1,69 | 0,017 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em nível | 268,18 | 2,682 |
| Áreas de cultura com práticas conservacionistas: plantio em terraços | 0,00 | 0,000 |
| Áreas de pastagens com práticas conservacionistas: plantio em nível | 0,47 | 0,005 |

## 3. GESTÃO DO CONTROLE

### 3.1. Instrumentos legais e pressupostos

As leis que deverão ser observadas são as seguintes:

- Lei Federal no.4.771 de 15 de Setembro de 1965 modificada pela Lei 7.803/1989.

- Leis Estaduais:

GOIÁS:

- Lei 12.596 de 14 de março de 1995 que institui a Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências;

- Lei Nº 14.247, de 29 de julho de 2002 (SEUC/GO).

MATO GROSSO

- Lei 038 de 21 . 11. 1995 que institui o Código Estadual do Meio Ambiente;

- Decreto Estadual nº 1795 - 04.11.1997 (SEUC / MT).

Além dessas leis,

- Considerando ainda: a) a existência de voçorocas nas proximidades de várias dessas áreas; b) a alta suscetibilidade à erosão, c) a proximidade com áreas de preservação permanente e d) a possibilidade de conexão de fragmentos vegetacionais;

- Considerando, como foi demonstrado, que sabidamente há áreas com excedente de vegetação nativa, mas concentradas em poucas propriedades ou fragmentadas em unidades menores na maioria das vezes não conectadas entre si.

Os Planos de Gestão Ambiental das propriedades deverão ser feitos em conjunto, isto é, observando-se a possibilidade de criar corredores e zonas de amortecimento que signifiquem áreas tão contínuas quanto possível, que envolvam mais do uma propriedade e produzidas pela articulação entre reservas legais e áreas de preservação permanente, tal como proposto na Figura 93, devidamente atualizada mediante os levantamentos que estão sendo sugeridos, em escala local e detalhada de cada propriedade para uma melhor precisão e sustentação das ações cabíveis.

### 3.2 Responsabilidades e Atribuições

Caberá aos proprietários providenciar os Planos de Gestão Ambiental das Propriedades para submissão aos órgãos competentes (Agência Goiana de Meio Ambiente/GO, SEMARH/GO e FEMA/MT) acompanhado do Termo de Compromisso.

Os Planos de Gestão Ambiental das propriedades deverão contemplar o exposto no item Ordenamento de ações acima apresentado, elaborado pro profissional autorizado e assinatura de Responsabilidade Técnica devidamente registrado nos CREAs pertinentes de cada estado ou a quem de direito delegado em lei.

Caberá aos órgãos públicos competentes (Agência Ambiental, SEMARH, FEMA ou a quem de direito em lei) o fornecimento das imagens de satélite atualizadas em escala 1:25.000 ou maior em modo digital e analógico, na composição adequada para o mapeamento de uso do solo.

Os Planos de Gestão Ambiental das propriedades deverão contemplar:

- os mapas com os usos atuais e os propostos, devidamente georeferenciados e acompanhados dos respectivos memoriais, contendo:

as áreas destinadas à APP de todos os tipos; as áreas destinadas à Reserva Legal e a outras formas de conservação; as áreas destinadas às atividades agropecuárias com a indicação das práticas conservacionistas recomendadas para o bom uso e manejo das terras, de natureza mecânica, edáfica e vegetativa;

- o detalhamento das atividades a serem executadas tais como: revegetação (incluindo as espécies selecionadas) das áreas deficitárias, recuperação de solos e recursos hídricos degradados, partes da rede de unidades de conservação, se houver, enriquecimentos vegetacionais, manutenção de estradas vicinais nos trechos internos, o projeto de contenção dos focos erosivos, se houver, incluindo sua bacia de contribuição, monitoramento e acompanhamento;

- o cronograma geral e de implementação progressiva para cada uma dessas áreas;

- o comprovante de averbação de reserva legal em cartório;

- o Termo de Compromisso Executável.

### 3.3. Termos de Compromisso Executável entre os proprietários rurais e os órgãos estaduais de meio ambiente (OEMAs)

O Termo de Compromisso Executável juntamente com o Plano de Gestão Ambiental da propriedade deverão ser encaminhados aos órgãos competentes de cada estado para sua sua análise à luz da documentação apensada, o qual, se aprovado pelos mesmos, deverá ser assinado entre as partes e iniciada sua execução após o devido registro em cartório.

O acompanhamento e a fiscalização da implementação das atividades previstas no Plano de Gestão Ambiental deverá ser feita por parte dos órgãos competentes dos dois estados e da União, no que couber.

Em caso de descumprimento no todo ou em parte do estabelecido no Termo de Compromisso Executável, ficará o proprietário (pessoa física ou jurídica) sujeito às penalidades previstas nas leis estaduais e federais pertinentes.

## 4. PROGRAMAS PARA A GESTÃO DE CONTROLE

Três programas deverão ser implementados: Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Programa de Elaboração de Material de Difusão e Programa de Educação Ambiental.Tais programas são aqui propostos em termos de princípios e recomendações, devendo oportunamente ser objeto de elaboração específica e detalhada.

### 4.1.Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

Este programa tem por objetivo promover a recomposição ambiental das áreas degradadas de cada propriedade rural, através de práticas de revegetação, da averbação de reservas legais e dá outras providências. Sua implementação deverá ser imediata após a assinatura e registro em cartório do Termo de Compromisso Executável. Para instruir esta implementação segue-se as recomendações.

#### 4.1.2 Revegetação de reservas legais e de nascentes, faixas ciliares, bordas de chapada, escarpas e zonas de amortecimento das escarpas.

As etapas de implantação de ações de revegetação deverão envolver atividades que se adequam às condições dos ambientes a serem recuperados, a saber:

I - Preparo do solo

Trata-se de atividades de caráter preparatório significativo destinada a garantir o sucesso da recomposição ambiental, cujas recomendações são:

a) quando a área se encontrar coberta por gramíneas exóticas (brachiária ou capins elefantes ou similares), deverão ser tomadas providências para inibir a concorrência futura com as mudas a serem plantadas;

b) em caso de não ocorrer as gramíneas o plantio deverá ser direto;

c) a indicação de efeito imediato e de menor custo para esta situação é a aplicação de herbicidas, obrigando-se o proprietário às medidas

tecnicamente recomendadas para precaver a não contaminação dos recursos hídricos, solos, pessoal e animais, enfatizando-se as operações manuais sucessivas;

d) nunca subsolar ou gradear o terreno como medida de preparo do solo;

e) recomenda-se o semeio de espécies leguminosas rasteiras, não trepadeiras para inibir o desenvolvimento de plantas ruderais ou outras indesejáveis, assim como, a melhoria da qualidade do solo.

II - Seleção de espécies e plantio

Na dependência das condições de solos deverão ser selecionadas as espécies arbóreas que comporão o futuro dossel vegetacional nas diferentes áreas ou setores degradados, observando-se a necessidade de promover a sucessão secundária e o espaçamento em torno de 3 (três) metros entre plantas.

No caso de enriquecimentos vegetacionais, deverá se proceder ao levantamento das espécies existentes no ambiente, para definir a demanda de plantio e observar o espaçamento entre as plantas conforme cada caso, garantindo a distribuição aleatória e a não concentração de uma mesma espécie.

III - Combate a pragas e doenças

A principal atenção a ser observada para sucesso do serviço é o início de combate às formigas 30 (trinta) dias antes do plantio, com manutenção por período mínimo de dois anos.

As situações de pragas e doenças de menor intensidade deverão ser detectadas em campo e buscadas soluções específicas junto a pessoal técnico competente.

IV –Adubações

A melhor e mais indicada forma de adubação a ser aplicada é a incorporação de matéria orgânica, seja em forma de esterco bovino, mulching, bagaço de cana e outros resíduos industriais. Caso não for possível, deve-se realizar análise de solos e aplicar as devidas correções, e em caso extremo, as adubações químicas.

V - Manutenções mínimas

Para complemento dos plantios, deve-se: garantir o replantio de possíveis falhas, dar continuidade ao combate às formigas, realizar aceiros, executar o isolamento da entrada de bovinos, eqüinos e suínos, realizar a roçada de entrelinhas, coroamentos e aplicação de cobertura morta.

Caso a área esteja com elevado grau de degradação, há necessidade de complementação nutricional no início dos próximos períodos chuvosos.

Caso ocorrer grande concorrência com gramíneas agressivas, há necessidade de aplicação localizada de herbicidas seletivos.

### 4.1.3 Averbação de Reservas Legais

Para averbação das reserva legais, deve-se realizar no mínimo os seguintes passos:

**I – Caso possua área disponível:**

- Realizar levantamento da área existente;
- Selecionar e delimitar a área mínima necessária, observando as proximidades de Áreas de Preservação Permanente e procurando garantir os corredores biológicos aqui propostos;
- Elaborar memoriais descritivos e apresentá-los aos OEMA´s, que após aprovação devem ser averbados à margem da escritura do imóvel.

**II – Caso não tenha área disponível:**

- Selecionar a área segundo os critérios indicados acima e locais que possam gerar ganho ambiental.
- Executar a revegetação conforme detalhado no item 4.1.1, acima.
- Executar os passos de averbação de reserva legal (conforme item anterior) e firmar Termo de Compromisso de Manutenção de Área Revegetada.
- Em hipótese alguma será aceita a opção de isolamento de áreas para regeneração natural.

**III – Caso tenha área com vegetação nativa, porém degradada:**

- Realizar todos os passos de averbação da reserva legal, com aprovação do respectivo OEMA;

- Implantar medidas de enriquecimento vegetacional;

- Firmar termo de Compromisso de Manutenção de Área em Recuperação.

**IV – Caso tenha excedente.**

- Selecionar área destinada à reserva legal e executar a devida averbação conforme descrito anteriormente.

- Quanto ao excedente, recomenda-se a composição de Unidade de Conservação mais apropriada para cada caso, considerando-se a composição das redes de Unidades de Conservação proposta neste Plano (corredores biológicos).

- Estas unidades poderão ser RPPN´s, Refúgio de Vida Silvestre e ARIE no estado de Goiás e no Estado de Mato Grosso, recomenda-se a criação de Unidade do Grupo III (de manejo provisório), já com indicação para composição de unidades similares.

**V – Caso tenha áreas de Preservação Permanente averbadas como Reserva Legal.**

- Identificar as áreas averbadas ilegalmente;

- Delimitar a área para relocação da reserva legal, com preferência para vegetação nativa e com os ganhos ambientais já citados;

- Executar revegetação quando necessário, para complementação desta reserva legal, garantindo suas manutenções, como já exposto.

**VI – Caso tenha reserva legal averbada, mas antropizada ou degradada:**

- Realizar a revegetação das áreas sem cobertura vegetal nativa, conforme o os detalhamentos citados anteriormente para cada caso;

- Isolamento das áreas recuperadas.

### 4.1.4 Espécies indicadas para revegetação

Os critérios utilizados para seleção das espécies abaixo relacionadas obedeceu às características de indivíduos com sistema radicular agressivo, elevado incremento médio anual, produção de frutos de atração da fauna, interação biológica, sucessão secundária e adaptação a solos degradados, de ambiente de Cerrado.

**Tabela 67 – Exemplo de espécies arbóreas e arbustivas indicadas**

| NATIVAS DO BIOMA CERRADO | | | |
|---|---|---|---|
| **Cerrado** | **Mata** | **Mata de galeria** | **Solos úmidos** |
| Anjico ninjole | Angico Branco | Angico Branco | Açaí |
| Araçá Goiaba | Angico Vermelho | Aroeira | Buriti |
| Araçá Roxo | Anjico Mijole | Baba de Boi | Buritirana |
| Araticum Cacão | Aroeira | Bacupari da Mata | Embira vermelha |
| Aroeira | Baba de Boi | Cajá Mirim | Ficus spp |
| Bacupari do Cerrado | Bacupari da Mata | Cega Machado | Gameleiras |
| Bauhinia Branca | Bauhinia Branca | Chichá do Cerrado | Imbaúbas |
| Bauhinia Roxa | Bauhinia Roxa | Gameleiras | Landi |
| Cagaita | Cajá Mirim | Farinha Seca | Pindaíbas |
| Cajú do Cerrado | Cega Machado | Feijão Cru | Pororoca |
| Cega Machado | Chichá do Cerrado | Ingá Branco | Quaresmeiras |
| Chichá do Cerrado | Farinha Seca | Ingá de Brejo | Sessenta galhos |
| Farinha Seca | Feijão Cru | Ingá de Metro | |
| Feijão Cru | Gameleira | Ipê Amarelo | |
| Imbirucú | Ingá mirim | Ipê branco | |
| Ipê Caraíba | Ipê amarelo | Jatobá da Mata | |
| Ipê Felpudo | Ipê branco | Jenipapo | |
| Jacarandá Mimoso | Jacarandá canzileiro | Jequitibá do Brejo | |
| Jenipapo de Morcego | Jacarandá Mimoso | Landim | |
| Lobeira | Jatobá da Mata | Louro Pardo | |
| Louro Pardo | Jenipapo | Murici da mata | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mamoi | Jequitibá | Paineira Rosa | |
| Marmelada | Louro Pardo | Pau de Rato | |
| Murici do Cerrado | Louro Pardo | Pau d'oleo | |
| Pau de Rato | Maria Mole | Peroba Rosa | |
| Pau d'oleo | Murici | Pitanga Vermelha | |
| Pequi | Mutamba de Jacú | Pitomba | |
| Sucuúba | Paineira Rosa | Pororoca | |
| Ucúuba | Pau de Rato | Quaresmeiras | |
| | Pau d'oleo | Tachi | |
| | Pequi | Ucúuba | |
| | Peroba Rosa | | |
| | Quaresmeiras | | |
| | Sete Casca | | |
| | Tachi | | |
| | Urucum | | |
| | Vermelhão | | |
| **NATIVAS DO BRASIL** | | | |
| Cássia São João | Cássia São João | Cássia São João | |
| Cassia do Nordeste | Cássia do Nordeste | Cassia do Nordeste | |
| Mogno | Mogno | Mogno | |
| Cajú Amarelo | Cajú Amarelo | Cajú Amarelo | |
| Seringueira | Seringueira | Seringueira | |
| **ECOLÓGICAMENTE ADAPTADAS** | | | |
| Caju CCP 9 | Caju CCP 9 | Caju CCP 9 | |
| Calabura | Calabura | Calabura | |
| Cassia Grandis | Cassia Grandis | Cassia Grandis | |
| Cassia Manjium | Cassia Manjium | Cassia Manjium | |
| Cassia Vermelha | Cassia Vermelha | Cassia Vermelha | |
| Moringa | Moringa | Moringa | |

### 4.1.5 Contenção de Focos erosivos

Para a concepção de projeto de contenção dos focos erosivos existentes na propriedade, deverá ser elaborado projeto específico para o controle constituído dos seguintes documentos:

**I - CADASTRO DIAGNÓSTICO DO FOCO** contendo: ficha descritiva e diagnóstica com base nos seguintes itens:

1. identificação, fonte de informações e acessos;
2. dados regionais: bacia hidrográfica, geologia, geomorfologia, pedologia;
3. dados geométricos da erosão e características da sua área de contribuição (dimensão, forma e uso);
4. histórico da ocorrência;
5. dinâmica (fenomenologia);
6. medidas de combate e desempenho, se houver;
7. previsão de evolução;
8. croquis do foco com escala e legenda indicando: substrato rochoso, material movediço, surgências d'água, eixos de drenagem, pontos de atividade do processo, bordas instáveis, declividades, profundidade, largura, inclinação do dos taludes em graus, presença de obras se houver, presença de aterros se houver, camalhões se houver, vias pavimentadas e/ou não pavimentadas por tipo, trilheiros de gado se houver ou caminhos, cobertura vegetal, e outros dados que se mostrarem relevantes tais como materiais de construção próximos, pontos de medidas de vazão e de coleta de materiais para análises e ensaios etc;
9. secções longitudinal e transversais por trecho representativo em escala, com a respectiva legenda;
10. indicação de medidas para o controle.

**II – CONCEPÇÃO DO PROJETO**

PRINCÍPIOS GERAIS

Para a concepção do projeto de controle deverão ser observados os seguintes princípios:

1. possíveis alterações das medidas geométricas e mesmo das vazões durante o ano ou após um tempo decorrido do cadastro;

2. evitar-se a generalização de obras e medidas, adaptando-se concepções conhecidas para o caso específico que possam garantir vida útil não inferior a 10 anos;

3. enfatizar alternativas de controle que envolvam obrigatoriamente :

   - o disciplinamento das águas superficiais

   - o disciplinamento das águas subsuperficiais

   - a estabilização dos taludes laterais

4. para o disciplinamentos das águas deverá ser observada a condução do escoamento desde a cabeceira da erosão até o local adequado para a descarga onde ocorra a dissipação da energia bem como o correto dimensionamento das tubulações, rede de galerias e emissários a partir do cálculo das vazões máximas medidas, da topografia e construídos com materiais adequados, podendo ser de aço, concreto, etc ;

**III - ESTRUTURAS DE DISCIPLINAMENTO DAS ÁGUAS E ESTABILIZAÇÃO DOS TALUDES LATERAIS**

Uma rede composta de tubulações condutoras, de canais, de emissários, de barramentos, de dissipadores e vertedouros é a concepção mais comum para contenção de focos de voçorocas de grande porte. Alguns princípios devem ser observados nos projetos de obras de controle:

1. os canais de condução deverão ser construídas em acordo com a fenomenologia constatada, podendo ser escavações de terra revegetadas, de concreto armado, alvenaria, gabião, troncos ou outros materiais que se mostrem potencialmente eficazes para o caso.

2. o assentamento das tubulações deverá se feito em setores firmes podendo ser solo, material compactado, berço de brita ou outro avaliando-se a capacidade de carga das fundações

3. deverá ser prevista a construção de estruturas de captação também nas laterais da erosão com o mesmo objetivo de condução adequada das águas até pontos de dissipação

4. deverão ser construídas estruturas de apoio e de dissipação em pontos lançamento final dos emissários.

5. as estruturas como dissipadores de energia, vertedores, dissipadores acoplados a vertedouros, obras de barramento(represamento) deverão ser contemplados com desenhos em escala com cortes e localização justificada.
6. para as águas subterrâneas (lençol freático e/ou suspensos) prever a instalação de drenos profundos (enterrados) dos tipos cego, com geotêxtil, bambu, biotêxtil ou outro que se revele duradouro.
7. em conjunto com essas estrutura deverão ser pensados a estabilização dos taludes e o barramento da descarga de sedimentos.
8. os taludes laterais das erosões deverão ser suavizados e vegetados em toda a extensão do fenômeno, bem como os trechos internos de terra, com espécies vegetais adaptáveis.

**IV - REVEGETAÇÃO COMO PRÁTICA DE MANUTENÇÃO DAS OBRAS**

Deverá ser observada a revegetação obrigatória como medida de estabilização e prevenção de descargas de água e de sedimentos. Para tanto, seguem-se as recomendações:

1. Nos taludes da erosões, há necessidade de aplicação de semeio, podendo ser hidrossemeadura, com coquetel de espécies de crescimento rápido, sistema radicular agressivo, fixadoras, de pequeno porte, contendo leguminosas e gramíneas com complementação nutricional.
2. A suavização da inclinação de taludes (retaludagem), além de barramentos e drenos profundos deverá ser realizada antes da aplicação das sementes.
3. As aplicações de manutenção deverão ser contínuas e localizadas conforme a evolução do processo erosivo.
4. Poderá haver o plantio de espécies arbóreas, somente após a suavização dos taludes.

5. Nas bordas dos taludes (faixa mínima de 50 m) da erosão devem ser plantadas principalmente espécies arbóreas de sistema radicular agressivo e de crescimento rápido, sem grande volume madeireiro.
6. Após a primeira faixa de borda, deve se executar recuperação ambiental em outra faixa de no mínimo 50 m de largura, com espécies vegetais nativas arbóreas e aplicação de leguminosas adaptadas no sub-bosque.
7. Após os 100 metros iniciais, deve-se complementar toda a área de contribuição da bacia com atividades silvicultural ou silvopastoril, com maior densidade de árvores, portanto evitando-se práticas agrícolas de ciclo curto e revolvimentos anuais do solo.

### 4.1.6 Recuperação e Manutenção de Estradas vicinais

Para a recuperação e manutenção das estradas municipais, estaduais e federais deverão ser acionadas as secretarias ou agências específicas onde as operações de projeto e manutenção devem ser regulares e dotadas de orçamentos e prioridades próprias. Aqui serão enfatizadas apenas as estradas vicinais.

A ênfase deverá ser dada à captação das águas pluviais como prática conservacionista, de modo a aproveitá-las e proteger os solos de suas imediações reduzindo ao mínimo as perdas por enxurradas e subsidiando as práticas de manutenção que envolvem a conservação do leito e captação lateral em bacias. Para tanto deverão ser observados:

1. a situação topográfica da estrada em acordo com o levantamento planialtimétrico realizado, considerando-se os espigões e linhas de concentração preferencial dos fluxos superficiais.
2. o cálculo da vazão nesses pontos para posicionamento das cacimbas (bacias de retenção) cuja área da seção e volume gerado são bastante conhecidos na engenharia.
3. a construção das bacias de retenção pode-se utilizar de uma pá carregadeira ou um trator com lâmina frontal, demarcando-se as alturas com bambus ou similares e uma cruzeta até a altura de elevação da terra, em arco, procedendo-se à movimentação de terra do ponto de referência para as bordas externas do arco
4. as bacias podem ser posicionadas em paralelo ou em série

5. em caso de velocidade da água ser acima de 0.5% de declive na admissão das bacias e nos trechos em rampa há necessidade de uso de dissipador de energia para quebra da energia da água
6. em caso de presença de areiões de espigão ou de baixada com declives de até 10% nas proximidades das estradas, os mesmos deverão ser confinados e recobertos com fina camada de solo local em rampa e baixada com revestimento primário, permitindo o levantamento do leito, sendo o areião da estrada recolhido da plataforma do leito.
7. instalação de obras de drenagem utilizando-se o método racional para o cálculo das vazões, o coeficiente de runoff  a intensidade da chuva para tempo de recorrência de 5 anos e a área da bacia hidrográfica, seguidos da instalação de canaletas em grama dimensionadas através do cálculo de velocidade da água e fórmula de Manning, com caixas de dissipação a distâncias de pelo menos 20m se necessário, podendo ter vertedouros em madeira através de estacas cravadas verticalemnte nos pontos de entrada do fluxo de água.
8. pode-se optar por cascalhamento como material de recobrimento.
9. em caso de focos erosivos do tipo voçoroca nas imediações da estrada de pequeno porte pode-se recorrer à instalação de paliçadas espaçadas e cravadas verticalmente em posição transversal ao leito de modo a promover o auto-assoreamento, priorizando-se sua estabilização natural desde que a estrada tenha o controle das águas superficiais regularizado.

Paralelamente a tais medidas, deverá ser implantada a revegetação das bordas da estrada, como a seguir.

Deve-se plantar mudas de espécies arbóreas nativas ou exóticas nas laterais, buscando sombreamento, estabilização da pista, quebra-ventos, aspectos paisagísticos, cerca viva, frutíferas, madeiráveis, melíferas, medicinais e aromáticas, todas com possibilidade de desenvolvimento da função sócio ambiental da propriedade.

### 4.2 Programa de Elaboração de Material de Difusão

Este Programa objetiva a preparação de todo o material destinado à divulgação seja junto à área técnica, seja junto à comunidade em geral, como apoio ao Programa de Educação Ambiental, como a seguir.

### 4.2.1. Elaboração de Manuais de Orientação Técnica para o combate à erosão.

Este Manual deverá servir à área técnica como secretarias e agências de governo estadual e municipal ou ainda sindicatos rurais e associações de proprietários rurais.

O conteúdo desse manual deverá abordar:

1. conceitos de erosão, fatores condicionantes, tipos de erosão, impactos negativos e princípios e vantagens do combate ao fenômeno.
2. as bases técnicas para o combate ao fenômeno de erosão linear em áreas urbanas e rurais, incluindo instruções para execução de cadastro diagnóstico e de exemplos obras de contenção com ênfase para terrenos arenosos.
3. as diretrizes para o planejamento municipal e de microbacias hidrográficas
4. as diretrizes para a concepção dos projetos de controle corretivo dos focos existentes envolvendo obras simples que priorizem as práticas vegetativas.
5. as diretrizes para a concepção de projetos para o controle preventivo que priorizem a recuperação das áreas degradadas com base em práticas conservacionistas.

O Manual deverá conter fotos, tabelas, quadros, desenhos e metodologias detalhadas que permitam instruir corretamente os usuários e fornecer modelos de concepção ilustrativos para terrenos arenosos.

### 4.2.3. Elaboração de Cartilhas para Ensino Fundamental e Médio e para a comunidade em geral.

Estão previstas duas Cartilhas, uma para as escolas de ensino fundamental e médio e outra para o grande público. Deverão ambas ser em tamanho pequeno, em cores.

As Cartilhas deverão traduzir em linguagem simples para as escolas e a o grande público o que é e como se desenvolve o processo erosivo linear, bem como valorizar as práticas preventivas de controle. O conteúdo da Cartilha deverá priorizar:

1. o que é erosão e porque e como ela acontece

2. como está a erosão na região das nascentes do Araguaia e as suas conseqüências
3. o que se pode fazer para evitá-la

A Cartilha deverá ter impacto visual sendo fartamente ilustrada com fotos, desenhos e concebida de modo a contar uma história no caso do ensino médio e fundamental, podendo ser na forma de história em quadrinhos.

**4.2.4. Elaboração de Material para a Mídia.**

Estão previstas as elaborações de dois vídeos tipo documentário de não mais de 50 minutos para serem apresentados em eventos especialmente organizados no âmbito de reuniões técnicas e de educação ambiental nas escolas e grande público.

O farto material produzido neste trabalho deverá ser devidamente aproveitado, além de entrevistas com moradores, professores, produtores, políticos e demais pessoas de reconhecido renome na comunidade.

Os vídeos deverão ser veiculados na mídia regional e local.

Os vídeos deverão ser elaborados por profissionais da mídia.

**4.3 Programa de Educação Ambiental**

Os objetivos deste Programa são, resumidamente:

1. implementar atividades de conscientização da comunidade envolvida quanto à gravidade da erosão na área de modo a estimular o desenvolvimento da cidadania.
2. informar e divulgar a necessidade de adoção de práticas conservacionistas e de respeito às leias ambientais.
3. capacitar e desenvolver agentes multiplicadores locais
4. esclarecer a população a respeito do Plano de Controle da Erosão desenvolvendo-lhes o espírito de colaboração.

As metodologias a serem utilizadas prevêm os princípios da pesquisa-ação para o diagnóstico ambiental, de capacitação dos multiplicadores locais com base em cursos e seminários de grupos e a abertura de canais de comunicação entre os vários

segmentos da sociedade envolvidos. As metodologia assentam-se no princípio da participação democrática da comunidade.

O Planejamento das atividades após a finalização do diagnóstico e em conjunto com os envolvidos. O Treinamento de agentes multiplicadores deverá ser feito através de cursos partindo-se do pressuposto de que os professores das escolas urbanas e rurais deverão ser os primeiros a serem beneficiados. Esse treinamento também será feito por meio de realização de palestras, oficinas, workshops, seminários direcionados às diversas instituições da sociedade civil organizada onde deverá ser dada ênfase à importância de preservação e conservação dos remanescentes da vegetação nativa em suas várias formas. Pretende-se instituir um dia municipal de combate à erosão.

Essas atividades contarão com os vídeos e cartilhas acima descritos, bem como com o Atlas das Nascentes dos rios Araguaia e Araguainha e resumo do Plano de Controle. Igualmente de folders e cartazes que poderão ser elaborados pelas próprias crianças e de apoio de programas na mídia, em especial do rádio difusão. Os eventos deverão contar com apoio de associações, escolas, prefeitura, igrejas, ONGs locais e outros.

## 5. PROGRAMAÇÃO DAS ATIVIDADES

### 5.1 Atividades previstas

As atividades previstas correspondem ao seguinte, pela ordem:

1. Implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
2. Implantação do Programa de Elaboração de Material de Difusão
3. Implantação do Programa de Educação Ambiental
4. Implementação de estudos e projetos de contenção dos focos

### 5.2 Cronograma de ações

O Cronograma Geral de Atividades corresponde a 3 (três) anos de duração e envolve o seguinte:

1. Lançamento do Programa de Recuperação de áreas degradadas – 1º.. mês.

2. Levantamentos prévios para Averbação e Recomposição Vegetacional e Execução do Cadastro Atualizado dos Focos Erosivos – 2º. ao 4º.mês
3. Elaboração dos Planos de Gestão Ambiental, Incluindo Projetos de Contenção dos Focos Erosivos – 5º ao 6º. mês
4. Isolamentos de áreas e Averbação de Reservas Legais – 7º. mês
5. Implementação de Revegetação e de Enriquecimento Vegetacional – 6º. ao 10º. mês.
6. Manutenção de Revegetação e de Enriquecimento Vegetacional – 10º ao 36º mês.
7. Prazo de Finalização da Implantação das redes de APP e Reserva Legal – 12º. mês
8. Acompanhamento técnico pelos órgãos competentes– 1º. ao 36º. mês.
9. Elaboração do Material de Difusão – 1º. ao 6º. mês
10. Difusão – 6º. ao 12º. mês
11. Elaboração do Programa de Educação Ambiental – 12º. mês
12. Implementação do Programa de Educação Ambiental – 12º. ao 36º. mês.
13. Implementação dos Projetos do Controle dos Focos erosivos – 7º ao 12º mês (em estação seca) e Manutenção – 12º ao 36º mês (incluindo a revegetação da área de contribuição, das bordas e taludes)
14. Relatórios parciais – 12º. mês, 24º. mês e 36º. mês pelas instituições de acompanhamento

Em todas essas fases estão incluídas as etapas de eventuais licitações, contratos e outras providências decorrentes.

## 6. CAPTAÇÃO DE RECURSOS

As fontes referem-se às agências, Fundos Estaduais de Meio Ambiente e Secretarias Ambientais e de Obras e Trabalhos públicos no âmbito dos estados, além de municípios, associações e proprietários rurais, bem como junto ao Governo Federal, em especial o Fundo Nacional do Meio Ambiente, ANA, ANEEL, Secretaria de Recursos Hídricos e outras.

Os proprietários deverão contribuir substancialmente. A aplicação dos recursos deverá ser feita em função dos financiadores.

## 7. ACOMPANHAMENTO

O acompanhamento refere-se ao suporte técnico-administrativo para elaboração e execução dos Programas e também para a supervisão e fiscalização do Termo de Compromisso Executável, relativos aos diferentes momentos do Plano de Controle.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL - ABGE (1998) Geologia de Engenharia.

ASSAD, E. D. e SANO, E. E. (ed.) (1993) Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura.Planaltina:EMBRAPA/CPAC

BACCARO, C.A.D. (1994) - As unidades geomorfológicas e a erosão nos chapadões do município de Uberlândia. Revista Sociedade & Natureza. Uberlândia: EDUFU, Ano 6, n. 11 e 12.

BARBALHO, M.G.S. & CAMPOS, A.B. Relações entre o relevo e as Ocorrências Erosivas na Zona da Alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT). Goiânia: Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, ABGE, 9p, 2001.

BARBALHO, M. G. S., CASTRO, S. S. Morfologia Aplicada ao Diagnóstico e Diretrizes para o Controle dos Processos Erosivos Lineares na Alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT/MS). IVSimpósio Nacional de Geomorfologia. São Luís - Maranhão. Novembro, 2002.

BARBALHO, M. G. S., SILVA, A S., MEDEIROS, C. M., RAMOS, D. R, M., XAVIER, L. S., CASTRO, S. S., PEREZ FILHO, A. (2001) Caracterização geo-ambiental: uso e ocupação das terras - região do alto curso do rio Araguaia - (GO/MT). IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Recife, Pernambuco.

BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. (1985). Conservação do solo. Piracicaba: Livroceres. 368p.

BIGARELLA, J. J., MAZUCHOWSKI, J. Z. (1985). Visão integrada da problemática da erosão. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 3, Maringá. Livro Guia. Maringá: ABGE/ ADEA. 332 p. il.

BOULET, R. (2001). Relatório de Consultoria referente à primeira fase dos estudos realizados para a recuperação da voçoroca Chitolina, município de Mineiros -GO (Julho 2000/março 2001).

CAMPOS, A .B. de, et al. Geological and Topographic Indicators of the Gully Erosion at the Uppe Araguaia River Basin, Brazil. International Symposium on Gully Erosion Under Global Change. Leuven, Belgium, 16-19. April, 2000

CAMPOS, A. B.; MATIAS, J.O.; CASTRO, S.S.; MEDEIROS, C.M. (1999) - Análise da evolução do uso do solo e de suas consequências ambientais na alta bacia do rio Araguaia. Anais...VIII Simp. de Geografia Física Aplicada. Belo Horizonte.

CAMPOS, A. B.; GOMES, R. R.; FRANCISCO, R. A.; OLIVEIRA, R. S.; WEIS, L. (1999) - Diagnóstico e controle de feições erosivas lineares em bordas de chapadas urbanizadas de Goiás - o caso da "erosão do zequinha" em Alexânia. Anais...VIII Simp. De Geografia Física Aplicada. Belo Horizonte.

CAMPOS, J. O. (1987) - Soluções técnicas alternativas no controle da erosão. Anais...IV Simp. Nac. de Controle de Erosão. Marília.

CAMPOS, A. B., MARINHO, G.V., JAWABRI, J. F., MEDEIROS, C. M., Subsídios hidrológicos para o diagnóstico de erosões pluviais lineares em áreas urbanas da savannah brasileira. 8º Encuentro de Geógrafos de América Latina. Santiago, Chile. 2000.

CASTRO. S. S., CAMPOS, A B., SILVA, A. A., SANTOS, R. R., MARTINS, M. S. (2000) Condicionantes Morfológicos dos Processos Erosivos Lineares na Bacia do Alto Araguaia ( GO, MT ). III SINAGEO. Campinas, São Paulo,.

CASTRO, S.S.; CAMPOS, A.B.; OLIVEIRA, C.J.F.; SILVA, A.A. (1999) - The upper Araguaia basin and the effects of human induced erosion. Goiânia, Boletim Goiano de Geografia, vol.19, n.1.

CASTRO, Selma Simões de; SALOMÃO, Fernando Ximenes Tavares. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. Geousp, São Paulo, v. 7, p. 27-36, 2000.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE GOIÁS - CELG - Levantamento de campo para elaboraçãop de projeto de recuperação das voçorocas (Relatório Final do Projeto de Recuperação Ambiental das Nascentes do Araguaia), 1998.

DAEE/ IPT (1989). Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas. São Paulo: Secretaria de Energia e Saneamento, Departamento de Águas e Energia Elétrica. p. 92.

DE BIASI, M. (1992) Carta clinográfica:os métodos de representação e sua confecção. Rev. do Depto. De Geografia - USP, n. 5

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. (1969). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: SNLCS, 1v. il.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (1999). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília EMBRAPA - Solos. Rio de Janeiro.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (1965). Soil erosion by water; some measures for its control on cultivated lands. Rome: Agricultural Development. 284 p.

FURLANI, G. M. (1980). Estudo geomorfológico das boçorocas de Casa Branca. São Paulo (Dissertação Mestrado FFLCH-USP - Departamento de Geografia).

GUERRA, A.T. (1999) Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, bases e aplicações. Rio de Janeiro. Bertand Brasil.

GUIDICINI, G., NIEBLE, C. M. (1976). Estabilidade de taludes naturais e de escavação. São Paulo: Edgard Blücher, Universidade de São Paulo. 170 p. il.

HANS, A. O Papel do Ministério Publico no Controle das Erosões: A Experiência do Araguaia. VII SNCE, Goiânia-GO, 2001.

HEEDE, B. H. (1971). Caracteristics and processes of piping in gullies. USDA Forest Service Research paper RM-68.

HSU, S. J. C. (1978). Aspectos de erosão interna ou "piping" em solos argilosos. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos, 6, 1978, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro. ABMS. v. 1, p. 101-122.

IMESON, A. C., KWAAD, F. J. P. M. (1980). Gully Types and gully prediction. K. N. A. G. Geografisc Tijdischrift, v. 14, n.° 5, p. 433-441.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. (1986). Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe--Paranapanema. São Paulo. 6 v. (IPT - Relatório 24 739).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. (1988). Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Baixo Tietê. São Paulo. 3 v. (IPT - Relatório 26 339).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. (1991). Prevenção da erosão urbana e conservação de recursos hídricos: projeto piloto de Bauru e Rio Batalha (2.a fase). São Paulo. 1 v. (IPT - Relatório 29 789).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.(1998) - Investigação, caracterização da fenomenologia e diretrizes para o controle corretivo e preventivo de nove feições erosivas lineares e respectivas bacias de contribuição - Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia, GO/MT Relatório no. 36.904.

IWASA, O.Y. et all (1987) - Áreas de risco ao desenvolvimento de erosão por ravinas e boçorocas na Folha Marília, SF-22-Z-A. Anais...IV Simp. Nac. de Controle de Erosão. Marília.

IWASA, O. Y., PRANDINI, F. L. (1980). Diagnóstico da origem e evolução de boçorocas: condição fundamental para prevenção e correção. In: Simpósio sobre o Controle de Erosão, 1980, Curitiba. Anais... São Paulo: ABGE. v. 2, p. 5-34 (Relato sobre o tema).

LEMOS, R. C. & SANTOS, R. D. (1995). Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 45 p.

LEPSCH, I. F., BELLINAZZI, J., BERTOLINI, D., ESPINDOLA, C. R. (1991). Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Barasileira de Ciência do Solo.

LIBARDI, P. L. (1984). Dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera. Piracicaba: CENA. 232 p.

MANFREDINI, S., QUEIROZ NETO, J. P. (1993). Comportamento hídrico de sistema de transformação lateral B latossólico, B textural em Marília (SP). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24, 1993, Goiânia. Anais... Goiânia: SBCS. V. 1, p. 91-93.

MARINHO, Gilberto Vianna; CASTRO, Selma Simões de. Caracterização físico-hídrica e de suscetibilidade a voçorocamento dos solos da subbacia do córrego Queixada na alta bacia do rio Araguaia. In: X SBGFA, 2003, Rio de Janeiro. Trabalhos completos. 2003.

MEDEIROS, C. M., CASTRO, S. S. (2002).Estrutura Fundiária, Uso do Solo e Erosão na Alta Bacia do Rio Araguaia. Anais Encontro Nacional de Geógrafos - XIII ENG João Pessoa-PB

NIMER, E. (1989). Clima. In: Geografia do Brasil - Região Centro-Oeste. Vol. 1, IBGE, Rio de Janeiro.

OKA-FIORI, C., SOARES, P. C. (1976). Aspectos evolutivos das voçorocas. Notícia Geomorfológica, Campinas, V. 16, n.° 3, p. 114-124.

OLIVEIRA, A.M.S. (1987) - Questões metodológicas em diagnósticos regionais da erosão: a experiência pioneira da bacia do rio do Peixe Paranapanema (SP). Anais...IV Simp. Nac. de Controle de Erosão. Marília.

OLIVEIRA, A. M. S. & QUEIROZ NETO, J. P. (1993). Erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista: desequilíbrio, descontinuidade e epiciclo. In: V Simpósio Geografia Física Aplicada. pp. 461-463.

OLIVEIRA, A. M. S., SALOMÃO, F. X. T. (coord.). (1992). Erosão e assoreamento. In: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Tecnologia, ambiente e desenvolvimento. São Paulo: IPT. p. 47-54 (IPT. Publicação, 1992).

OLIVEIRA, C.J.F.; CASTRO, S.S.; ROMÃO, P.A. (1999) - A suscetibilidade dos solos aos processos erosivos lineares nas subbacias do alto Araguaia e rio Babilônia. Anais...VIII Simpósio Nac. de Geografia Física Aplicada, Belo Horizonte.

PICHLER, E. (1953). Boçorocas. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, v. 2, n.° 1, p. 3-16, maio.

PONÇANO, W. L., KERTZMAN, F. F., SALOMÃO, F. X. T. (1987). Fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos no desenvolvimento de boçorocas na Bacia do Peixe-Paranapanema. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5, 1987, São Paulo. Anais... São Paulo: ABGE, v. 2, p. 413-422.

PONÇANO, W. L., SALOMÃO, F. X. T., KERTZMAN, F. F., IWASA, O. Y. (1987). Discriminação de áreas com diferentes suscetibilidades à erosão por boçorocas e ravinas na Bacia do Peixe-Paranapanema. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5, 1987, São Paulo. Anais... São Paulo: ABGE, v. 2, p. 423-429.

PONÇANO, W. L., PRANDINI, F. L. (1987). Boçorocas no Estado de São Paulo: uma revisão. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 4, 1987, Marília. Anais... Marília: ABGE. p. 149-177.

PRANDINI, F. L., SEOANE, J. C. S., SALOMÃO, F. X. T., GOUVEIA, M. I. F., FURLANI, G. M. (1990) Suscetibilidade à erosão por boçorocas como condicionantes ao uso planejado do território: Plano Diretor do Município de Casa Branca, SP. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, 1990, Salvador. Anais... Salvador: ABGE. v. 1, p. 269-278.

PROJETO RADAMBRASIL - LEVANTAMENTO DOS RECURSOS NATURAIS. (1983). Folha SE.22, Goiânia, , Rio de Janeiro

QUEIROZ NETO, J. P. , FERNANDES BARROS, O. N., MANFREDINI, S., PELLERIN, J. & SANTANA, M. A. (1995). Comportamento hídrico dos solos e erosão no Plateau de Marília. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 5, Bauru, 169-173.

QUEIROZ NETO, J. P (2001) Erosão dos solos tropicais e seu controle. VII Simp. Nac. de Controle de Erosão.Anais...Goiânia.

RODRIGUES, J. E. (1984). Estudo geotécnico de fenômenos erosivos acelerados (boçorocas). In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 4, 1984, Belo Horizonte. Anais... São Paulo: ABGE. v. 2., p. 169-182.

SALOMÃO, F. X. T. (1999). Controle e prevenção dos processos erosivos Cap. 7 in Guerra et al (1999) Erosão e Conservação de Solos: conceitos, bases e aplicações. Rio de Janeiro. Bertand Brasil

SALOMÃO, F.X.T. (1996) - Dinâmica hídrica dos solos de Bauru/SP, aplicada ao manejo. Anais...Congresso Latino Americano de Ciência do Solo. Águas de Lyndóia.

SALOMÃO, F.X.T. (1998) - Subsídios para o controle da erosão em Mato Grosso. Anais...VI Simp. Nac. de Controle da Erosão. Presidente Prudente.

SALOMÃO, F. X. T., NAKASU, L. & PONÇANO, W. L. (1981). O estudo do meio físico como subsídio para a identificação de áreas potencialmente irrigáveis. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 3, 1981, Itapema. Anais... São Paulo: ABGE, v. 1, p. 285-300.

SALOMÃO, F. X. T., QUEIROZ NETO, J. P. & ALARSA, C. (1993). Análise estrutural da cobertura pedológica aplicada à elaboração de cartas geotécnicas e de capacidade de uso do solo. In: V Simpósio de Geografia Física Aplicada, pp 451-459.

SALOMÃO, F.X.T.; IWASA, O. Y. (1995) - Erosão e a Ocupação Rural e Urbana. In: Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente. Org. BITAR, O. Y. ABGE/IPT. São Paulo.

SALOMÃO, F.X.T.; ANTUNES, F.S. (1998) - Solos. In: Geologia de Engenharia, ABGE, OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO,S.N.A. (org.). São Paulo.

SANTOS, R.M.M. (1997) - Caracterização Geotécnica e Análise do Processo Evolutivo das Erosões no Município de Goiânia. Brasília (Dissertação de Mestrado, UnB).

SOARES, P.C. e FIORI, D.P. (1976) Lógica e sistemática de análise e interpretação de fotografia aérea em geologia. Notícia Geomorfológica n. 16(32)

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. (1978). Material de método de trabalho de campo. Campinas: Comissão de Mét. de Trab. de Campo. Instituto Agronômico, 36 p.

TERRA CARTA (2000, 2001) Relatórios Técnicos : Cartografia, Cadastro Rural, Pluviometria, Solos da Erosão Chitolina.

TRICART, J. (1977). Ecodinâmica. Rio de Janeiro: FIBGE/ SUPREN.

TRICART, J., KILIAN, J. (1979). L'éco-Géographie et l'amenagement du Milieu Naturel. Paris. Librairie Français. Maspero. 325 p.

VECCHIATO, A.B.; SALOMÃO, F.X.T. (1997) - Uma proposta de ação institucional integrada para o controle da erosão nas regiões centro-oeste e norte do Brasil. Anais...VI Simp. de Geologia do Centro-Oeste. Cuiabá.

VIEIRA, N. M. (1978). Estudo geomorfológico das boçorocas de Franca. Franca. 226 p. il. (Tese de Doutoramento apres. Fac. Filosofia, Ciências e Letras de Franca).

XAVIER, L.S. (2003). Suscetibilidade natural e risco à erosão linear na alta bacia do Rio Araguaia: Subsídios ao planejamento geoambiental. Instituto de Estudos Sócio-ambientais/Universidade Federal de Goiás (Dissertação de Mestrado). 2003

ZIOLKOWSKI, J. C.; GARNÉS, S. J. A.; SILVEIRA, M. M. (1997) - Estudo e Projeto de Solução da Erosão na Nascente do Córrego Segredo. Univ. para o Desenvolv. da Região do Pantanal, Dep. de Engenharia Civil e Dep. de Geociências. Campo Grande.

ZUQUETTE, L. V. & GANDOLFI, N. (1990). Mapeamento geotécnico: uma proposta metodológica. Geociências, v. 9, p. 55-66.