Instituto de Estudos Sócio-ambientais
Programa de pesquisa e Pós-Graduação em Geografia
Mestrado em Geografia

SUSCETIBILIDADE NATURAL E RISCO À EROSÃO LINEAR NO ALTO CURSO DO RIO ARAGUAIA (GO/MT):

SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO GEOAMBIENTAL

Luciano de Souza Xavier
Orientadora: Dra. Selma Simões de Castro

Goiânia, 2003

LUCIANO DE SOUZA XAVIER

Suscetibilidade natural e risco à erosão linear no alto curso do Rio Araguaia (GO/MT): Subsídios ao planejamento geoambiental.

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pesquisa e Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Natureza e a Apropriação do Espaço no Cerrado.

Linha de Pesquisa: Estudos Geoambientais

Orientadora: Profa. Dra. Selma Simões de Castro

Goiânia, 2003

Xavier, Luciano de Souza
Suscetibilidade natural e risco à erosão linear no alto curso do rio Araguaia (GO/MT) : subsídios ao planejamento geoambiental / Luciano de Souza Xavier. – Goiânia, 2003.
148, [5] f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituo de Estudos Sócio-Ambientais, 2003

Bibliografia: f. 138-147
Inclui anexos

Erosão linear – Avaliação de riscos – Araguaia, Rio, Bacia 2. Solos – Erosão linear – Avaliação de riscos. 3. Política ambiental I . Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais II. Título.

CDU: 551.435.162(282.281.4)

Aos meus pais, José Santana e Maria Carolina, e a minha companheira, Lílian Braudes, pelo carinho, amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Ao grande Pai e aos Guias Espirituais que sempre estão conosco auxiliando pelos diversos caminhos...

Aos participantes do projeto "Diagnóstico, prognóstico e medidas de controle de erosões urbanas e rurais (GO/MT)" financiado pelo CNPq/CONCITEG, pelo apoio, incentivo e confiança...

À CAPES pela concessão de bolsa de estudos, sem a qual seria impossível a dedicação exclusiva ao desenvolvimento dessa pesquisa, à equipe do Laboratório de Agrometeorologia e Geoprocessamento da EMBRAPA Arroz e Feijão, pela compreensão e dispensa das atividades durante o período em que fazia parte desse grupo...

Ao coordenador do Laboratório de Geologia e Geografia Física, Edgardo Manuel Latrubesse, às técnicas Cinttia Medeiros e Kênia Gonçalves e aos demais componentes da equipe, pelo apoio, sugestões e disponibilidade de equipamentos e logística ...

Ao Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geografia, pela prestatividade e agilidade, em especial à funcionária Rosane Amaral, assim como aos professores que nos ofereceram oportunidades de crescimento individual durante o curso. Aos colegas discentes, pela boa convivência durante o período de disciplinas...

Aos colegas sob a mesma orientação Abelson Rezende, Maria Barbalho, Carlos José, Agostinho, Victória Christina e em especial Gilberto Viana, pelo companheirismo e boas contribuições para a pesquisa...

Aos amigos Eduardo e Lorena, Luciano e Vanessa e Aurélio e Carolina, e às primas Luciana e Flaviana, pelo incentivo aos estudos e pela ajuda nos momentos em que mais precisamos de nós mesmos. Aos amigos não citados são feitas as mesmas considerações... Vocês são muitos e não caberiam aqui neste pequeno espaço...

Aos componentes da banca de qualificação, Archimedes Perez Filho e Laerte Guimarães Ferreira, que puderam contribuir enormemente no engrandecimento desta pesquisa com suas contribuições...

Em especial à Profa. Selma, pela constante demonstração de carinho e atenção, que possibilitou um ambiente de convivência em que o andamento desta pesquisa se tornou prazerosa e construtiva.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS..... 04

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES..... 07

RESUMO 11

ABSTRACT 12

I – INTRODUÇÃO 13

1.1 PRESSUPOSTOS DA PESQUISA 13

1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA 22

1.3 A OCUPAÇÃO E A SÓCIO-ECONOMIA COMO INDUTORES DAS TRANSFORMAÇÕES SÓCIO-ESPACIAIS 23

1.3.1 Os primórdios da ocupação: (Re)estruturação do espaço pelo homem branco 24

1.3.2 Espaço do gado e espaço da agricultura 25

1.3.3 Novos tempos: Os tempos das zonas, das frentes e das fronteiras 26

1.3.4 Incentivos: A fronteira e as suas consequências na paisagem 27

1.3.5 Uso da terra 33

1.4 OBJETIVOS..... 35

II – PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PESQUISA..... 37

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS..... 37

2.2 A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ATUAL: ANÁLISE DOS SISTEMAS E O PLANEJAMENTO AMBIENTAL 42

2.3 A CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS 50

2.4 CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO 61

III – METODOLOGIA..... 70

3.1 INTRODUÇÃO 70

3.2 ETAPAS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS..... 71

IV – ASPECTOS DO MEIO FÍSICO 82

4.1 CLIMA 82

4.2 VEGETAÇÃO 83

4.3 GEOLOGIA 84

4.4 GEOMORFOLOGIA 85

4.5 SOLOS 87

V – SUSCETIBILIDADE NATURAL, RISCO À EROSÃO LINEAR E SISTEMAS AMBIENTAIS NO ALTO CURSO RIO ARAGUAIA..... 90

5.1 SUSCETIBILIDADE NATURAL À EROSÃO LINEAR 90

5.1.1 Áreas não suscetíveis a ravinas e voçorocas 91

5.1.2 Áreas suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas..... 93

5.1.3 Áreas moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas..... 93

5.1.4 Áreas muito suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas 95

5.1.5 Áreas extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas 96

5.2 RISCO À EROSÃO LINEAR 98

5.2.1 Risco Muito Baixo..... 99

5.2.2 Risco Baixo 100
5.2.3 Risco Médio 102
5.2.4 Risco Alto..... 103
5.2.5 Risco Iminente..... 104
5.3 SISTEMAS AMBIENTAIS FÍSICOS..... 106
5.3.1 Sistema Ambiental Físico-I..... 107
5.3.2 Sistema Ambiental Físico-II..... 109
5.3.3 Sistema Ambiental Físico-III 111
5.3.4 Sistema Ambiental Físico-IV 113
5.3.5 Sistema Ambiental Físico-V 115
5.3.6 Sistema Ambiental Físico-VI..... 117
5.3.7 Sistema Ambiental Físico-VII..... 120
5.3.8 Sistema Ambiental Físico-VIII 122
5.3.9 Sistema Ambiental Físico-IX 124
5.3.10 Sistema Ambiental Físico-X 126

VI – PLANEJAMENTO GEOAMBIENTAL NO ALTO CURSO DO RIO ARAGUAIA 129
6.1 DIRETRIZES DE MANEJO 129
6.2 ÁREAS PRIORITÁRIAS DE MANEJO 131

VII - CONCLUSÕES..... 135

BIBLIOGRAFIA 138

ANEXOS 148

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FOTOS

Foto 01: Campo cultivado com o milheto que antecede o plantio de soja na safrinha..... 27
Foto 02: Fotografia aérea (Nascentes) 31
Foto 03: Imagem de satélite (Nascentes)..... 31
Foto 04: Serra do Caiapó nas nascentes do Rio Araguaia 32
Foto 05: Erosão Chitolina e assoreamento do Rio Araguaia 32
Foto 06: Vista interna da Erosão Chitolina 33
Foto 07: Ravinamento e voçorocamento..... 92
Foto 08: Voçoroca em áreas de moderada suscetibilidade aos processos erosivos 94
Foto 09: Ravinas em áreas muito suscetíveis aos processos erosivos 96
Foto 10: Ravinas em cabeceira de drenagem encaixada..... 97
Foto 11: Área de risco muito baixo correspondente às planícies fluviais do Rio Araguaia, preservadas em sua vegetação ciliar. 100
Foto 12: Área de Baixo Risco no topo da chapada próxima às escarpas erosivas 101
Foto 13: Área de Médio Risco na planície fluvial do Córrego Cação..... 103
Foto 14: Área de Alto Risco. Voçoroca Chitolina..... 104
Foto 15: Área de Risco Iminente na borda de chapada, próxima às nascentes do Rio Araguaia 105

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Gráfico da quantidade de soja produzida entre 1970 e 2000..... 29
Quadro 02: Gráfico da quantidade de milho produzido entre 1970 e 2000..... 29
Quadro 03: Gráfico da quantidade de arroz produzido entre 1970 e 2000..... 30
Quadro 04: Gráfico da extração vegetal de lenha entre 1985 e 2000..... 30
Quadro 05: Gráfico do cálculo de áreas de Uso das Terras e Ocorrências Erosivas..... 34
Quadro 06: Classificação das Terras baseada no Sistema de Capacidade de Uso 34
Quadro 07: Grau de Discrepância entre a Classificação das Terras Baseado no Sistema de Capacidade de Uso Atual 35
Quadro 08: Fluxograma dos componentes dos Geossistemas e suas relações..... 53
Quadro 09: Fluxograma dos Sistemas Ambientais..... 57
Quadro 10: Fluxograma da metodologia do IPT-SP para elaboração de carta geotécnica..... 65
Quadro 11: Processos geológicos causadores de risco mais frequentes no Brasil 66

Quadro 12: Fluxograma do roteiro metodológico para elaboração de cartas de riscos geológicos 67
Quadro 13a: Tabela da matriz de cruzamento das classes de risco 80
Quadro 13b: Legenda das classes de suscetibilidade natural à erosão linear 81
Quadro 13c: Legenda das classes de risco à erosão linear 81
Quadro 14: Totais pluviométricos anuais 83
Quadro 15: Tabela com áreas das formas de relevo e ocorrências erosivas 86
Quadro 16: Tabela com as compartimentações altimétricas e formas de relevo 87
Quadro 17: Gráfico de cálculo de áreas de solos e ocorrências erosivas 89
Quadro 18: Tabela de classes e áreas de suscetibilidade e ocorrências erosivas 91
Quadro 19: Tabela de áreas de uso da terra e áreas não suscetíveis a ravina e voçoroca 92
Quadro 20: Tabela de áreas de uso da terra e áreas não suscetíveis a ravina e voçoroca 93
Quadro 21: Tabela de áreas de uso da terra e áreas moderadamente suscetíveis a ravina e pouco suscetíveis a voçoroca 94
Quadro 22: Tabela de áreas de uso das terras e áreas muito suscetíveis a ravina e pouco suscetíveis a voçoroca 95
Quadro 23: Tabela de áreas de uso das terras e áreas extremamente suscetíveis a ravina e voçoroca 97
Quadro 24: Tabela de classes e áreas de risco à erosão linear e ocorrências erosivas 98
Quadro 25: Tabela de classes e áreas de risco à erosão linear e discrepância de uso 99
Quadro 26: Tabela de áreas de uso das terras e áreas de muito baixo risco à erosão linear 99
Quadro 27: Tabela de áreas de uso das terras e áreas de baixo risco à erosão linear 101
Quadro 28: Tabela de áreas de uso das terras e áreas de médio risco à erosão linear 102
Quadro 29: Tabela de áreas de uso das terras e áreas de alto risco à erosão linear 103
Quadro 30: Tabela de áreas de uso das terras e áreas de risco iminente à erosão linear 105
Quadro 31: Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-I 107
Quadro 32: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-I 107
Quadro 33: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-I 108
Quadro 34: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-I 108
Quadro 35: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-I 108
Quadro 36: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-I 109
Quadro 37: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-II 110

Quadro 38: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-II 110
Quadro 39: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-II 111
Quadro 40: Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-III 111
Quadro 41: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-III 112
Quadro 42: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-III 112
Quadro 43: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-III 112
Quadro 44: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-III 113
Quadro 45: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-III 113
Quadro 46: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-IV 114
Quadro 47: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-IV 114
Quadro 48: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-IV 114
Quadro 49: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-IV 115
Quadro 50: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-IV 115
Quadro 51: Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-V 115
Quadro 52: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-V 116
Quadro 53: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-V 116
Quadro 54: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-V 116
Quadro 55: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-V 117
Quadro 56: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-V 117
Quadro 57: Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-VI 118
Quadro 58: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-VI 118
Quadro 59: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-VI 118
Quadro 60: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-VI 119
Quadro 61: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-VI 119
Quadro 62: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-VI 119
Quadro 63: Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-VII 120
Quadro 64: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-VII 120
Quadro 65: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-VII 121
Quadro 66: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-VII 121
Quadro 67: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-VII 121

Quadro 68: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-VII 122
Quadro 69: Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-VIII..... 122
Quadro 70: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-VIII 122
Quadro 71: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-VIII 123
Quadro 72: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-VIII..... 123
Quadro 73: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-VIII 123
Quadro 74: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-VIII 124
Quadro 75: Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF- IX 124
Quadro 76: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF- IX..... 124
Quadro 77: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF- IX..... 125
Quadro 78: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF- IX..... 125
Quadro 79: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF- IX..... 125
Quadro 80: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-IX..... 126
Quadro 81: Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF- X..... 126
Quadro 82: Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF- X..... 126
Quadro 83: Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF- X 127
Quadro 84: Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF- X..... 127
Quadro 85: Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF- X..... 127
Quadro 86: Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-X..... 128

RESUMO

O desenvolvimento e as fisionomias da paisagem terrestre ocorrem mediante a atuação de diversos fatores e processos ao longo do tempo. A interferência antrópica também influencia essa dinâmica no que se refere ao aproveitamento dos recursos naturais. A amplitude e velocidade cada vez maiores entre as trocas de energia no ambiente, relacionadas ao uso dos recursos naturais, consequentemente refletem de maneira direta no aumento dos desequilíbrios e no retorno dos resíduos ao próprio meio. Isso caracteriza problemas ambientais em consequência da sua incorporação insatisfatória ao novo ambiente produzido pela organização do espaço geográfico. No extremo sudoeste goiano situa-se o setor sul do alto curso do Rio Araguaia, que representa parte de uma das mais importantes bacias hidrográficas do Brasil e que possui áreas impactadas por processos erosivos dos solos totalizando cerca de cem ocorrências resultantes da interação de fatores do meio físico com o uso e manejo das terras. Com objetivo de elaborar diretrizes e ações visando o planejamento geoambiental para o setor sul do alto curso do Rio Araguaia com ênfase no controle dos processos erosivos lineares e nas suas consequências, através da delimitação de sistemas ambientais e avaliação dos seus graus de suscetibilidade e risco à erosão linear na escala de detalhe de 1/60.000, este trabalho indicou dez sistemas ambientais diferentes em suas características. Comprovaram também que 94,5% desses sistemas ambientais encontram-se em classes de suscetibilidade natural à erosão linear que variam de moderadamente suscetível a ravinas a extremamente suscetível a ravinas e voçorocas e que aproximadamente 80,27% dessas áreas de altas suscetibilidades estão sendo utilizadas para atividades agropecuárias não recomendadas. Com relação ao risco à erosão linear, 80,52% da área se encontra em classes que variam de médio risco a risco iminente e 76,31% dessas áreas são utilizadas para atividades agropecuárias. Os graus de criticidade nos sistemas ambientais em função de suas suscetibilidades e riscos aos processos erosivos lineares indicaram quatro em estado crítico muito alto, três em estado crítico alto, dois em média criticidade e um em baixa criticidade.

Palavras-chave: Planejamento geoambiental; sistemas ambientais; suscetibilidade natural à erosão linear; risco à erosão linear.

ABSTRACT

The development and the features of the landscapes ocurre with the action of many factors and proccess along the time. The antropic interference also influence this dynamic when we talk about the ptogit of the natural resources. The amplitude and speed each time biggers between the changes of energy in the ambient, relative to the use of the natural researchs, consequently reflect in a straight way in the high of the unbalances and in the feedback of the residues to the own ambient. This caracterizes ambient problems in consequence of the insatisfatory corporation to the new ambient produced by the organization of the geographical space. In the extreme southwest of Goiás is situated the South Sector of the High Basing of the Araguaia River, wich represents parte of one of the most importants water basings of Brazil and wich owns the impacted areas by erosives proccess of the Earth with the total of about one hundred ocurrences resulted of the change of factor of physical ambient with the use and handling of earths. With the objetive of elaborating diretrizes and actions viewing the geoambient planning to the Sector South of the high course of the Araguaia River with enfasis in the control of the erosives linear proccess and in their consequences, through the bording of ambiental systems and valuation of the degrees of susceptibility and risk to the linear erosão in the scale of detail 1/60.000, this work indicated ten ambiental systems diferents in their caracterisctics. It has confirmed that 94,5% of these ambiental systems find themselves in classes of natural susceptibility to the linear erosion that variate from moderately susceptible to ravinas to extremely susceptibility to ravinas and voçorocas and that nearly 80,27% of these áreas of high susceptibility áreas are being used for agropecuárias activities not recomendeed. The degrees of criticity in the ambiental systems because of their susceptibilities and risks to the linear erosives proccess indicated four in very high critical situation, three in high citical situation, two in meddly criticity and one in low criticity.

Key-words: Goambiental Planning, Ambiental Systems, Natural Susceptibility to the linear erosion, Risk to the linear erosion.

I – INTRODUÇÃO

1.1 – PRESSUPOSTOS DA PESQUISA

O desenvolvimento e as fisionomias da paisagem terrestre ocorrem mediante a atuação de diversos fatores e processos ao longo do tempo. A interferência antrópica também influencia essa dinâmica no que se refere ao aproveitamento dos recursos naturais. Reflexo disso é o intenso processo de urbanização e industrialização, além da intensificação e expansão das atividades agropecuárias, de mineração e outros.

A amplitude e velocidade cada vez maiores entre as trocas de energia no ambiente, relacionadas ao uso dos recursos naturais, consequentemente reflete de maneira direta no aumento dos desequilíbrios e no retorno dos resíduos ao próprio meio, caracterizando dessa forma problemas ambientais em função da sua incorporação insatisfatória ao novo ambiente produzido pela organização do espaço geográfico.

Não diferente disso, na região Centro-Oeste, dominada pelo bioma Cerrado e onde se insere o estado de Goiás, diversos problemas ambientais advém de circunstâncias históricas da sua ocupação e desenvolvimento das forças produtivas. A região é caracterizada como produtora de matéria-prima desde a fase inicial da industrialização brasileira (início da década de 30), quando a região passou a ser um dos subpolos de abastecimento das zonas industriais com carne bovina, como o é ainda hoje (FERRARI, 1988).

Posteriormente, nos anos de 1970, a região tornou-se a mais nova fronteira agrícola do país, como alternativa à fuga de agricultores do Centro-Sul do país, devido à pouca oferta e, conseqüentemente, preços altos de terras férteis (ROMANO, 1985; OLIVEIRA, 1996).

Dessa maneira, o desenvolvimento agropecuário em áreas de Cerrado foi induzido de maneira a ocupar e explorar todos os espaços possíveis, através da implantação de pastagens melhoradas bem como da atividade agrícola baseada na produção de grãos, o que ocorreu às custas do desmatamento intensivo e indiscriminado com a substituição pela chamada agropecuária moderna.

O modelo adotado desde então, denominado de "desenvolvimentista", apoiou-se na apropriação de terras entendidas, à época, como áreas "vazias" e em políticas e programas de incentivos, como o Programa Cooperativo para o Desenvolvimento do Cerrado (PRODECER) e o Programa para Desenvolvimento do Cerrado (POLOCENTRO), entre outros, na maioria promotores do cultivo de soja, milho e algodão.

Com relação às propriedades dos solos dominantes na área de Cerrado, com acidez elevada, altos teores de alumínio, associados a relevos suaves e planos das Chapadas e extensos pediplanos tabulares, o referido modelo tratou de promover a sua correção e adubação em grande escala, graças à tecnologia que se tornou cada vez mais acessível.

Em consequência, a ocupação intensa por que passaram as áreas de Cerrado a partir desse período resultou em profundas alterações nas condições ambientais originais e nas paisagens que, com raras exceções, aconteceram sem os devidos critérios de controle e prevenção de possíveis danos ao ambiente e à comunidade. Problemas como compactação, erosão, assoreamento, poluição, perda de biodiversidade, tornaram-se frequentes (BARREIRA, 1997; WWF, 1994).

As propriedades rurais destinadas ao uso exploratório, espelho da forte e tradicional economia agropecuarista goiana, acabou por delinear o que lembra Gonçalves (1997) como sendo a continuidade das práticas indissociáveis na história e geografia brasileiras de matar e desmatar. A proposta de ocupação total das áreas do Cerrado, através da concentração fundiária e desrespeito às leis ambientais de preservação dos recursos

naturais, em particular do Código Florestal de 15/09/1965, revelaram também a falta de consciência conservacionista por parte da maioria dos proprietários rurais, fato comum, o que acabou promovendo as elevadas discrepâncias em relação às reais potencialidades de seu uso das terras. Merecem destaque aquelas áreas que contornam as Chapadas e que apresentavam limites moderados a severos ao uso, os quais acabaram resultando em riscos, não raro elevados, quanto aos impactos ambientais negativos que desenvolveram.

O caso que interessa à presente pesquisa, representativo desse processo, é a região Sudoeste de Goiás, onde se tornou visível o modelo sócio-econômico de desenvolvimento, caracterizada como a maior produtora de grãos do Estado, aliada à existência de áreas extensas de pastagens bovinas, às instalações de indústrias, em especial de agroindústrias, à criação de pequenas cidades, e no aumento rápido das cidades mais antigas, hoje de médio porte, como Jataí e Rio Verde. (BARREIRA, 1997)

No extremo sudoeste goiano, nos municípios goiano de Mineiros e Santa Rita do Araguaia e Alto Araguaia e Alto Taquarí, no Estado do Mato Grosso, situa-se o setor sul do alto curso do Rio Araguaia. Esta parte, integrada ao restante da alta, à média e à baixa bacia, representa uma das mais importantes bacias hidrográficas do Brasil, que banha 5 Estados. Nesse setor sul da alta bacia, onde encontram-se as nascentes do Rio Araguaia e as subbacias de seus afluentes, o surgimento de diversas áreas impactadas por processos erosivos dos solos totalizam cerca de cem ocorrências encontradas, visíveis na escala 1/60.000, escala adotada em vários estudos anteriormente realizados na área, com várias delas já cadastradas, e que se intensificaram notavelmente nos últimos 40 anos (SILVA, 2000; FARIA, 2001; MEDEIROS, 2002; BARBALHO, 2002).

Campagnoli (2001) lembra recentemente e mais uma vez ressalta que estes processos resultam da interação de fatores do meio físico, como rocha, relevo, solos e pluviometria local, com o uso e manejo das terras, na maior parte das vezes inadequados, corroborando extensa literatura sobre tais fatores, considerado-os como os principais condicionantes dos processos

erosivos (BERTONE & LOMBARDI NETO, 1994; LEPSCH, 1996; SALOMÃO, 1994, 1999, dentre outros).

A degradação ambiental por que vem passando essa região vem sendo interpretada como consequência do uso e manejo inadequado das terras, o que revela falta de planejamento, em especial dirigido aos solos e relevo, ao longo desses últimos 40 anos (CASTRO *et. al.*, Inédito)

Os processos erosivos observados em grande número, a sua dinâmica e a respectiva falta de aplicação de práticas conservacionistas apropriadas, comprometeram em grau bastante elevado o equilíbrio ambiental, promovendo crescente dependência de insumos agrícolas, perda de solos, assoreamento do leito dos rios, lagos e reservatórios, comprometimento de abastecimento e deterioração da qualidade da água através de veiculação de poluentes como pesticidas, fertilizantes e herbicidas e redução do potencial de áreas agricultáveis, como ocorrido em outras regiões do país (ALMEIDA FILHO, 2001). Foi reproduzido o mesmo modelo histórico adotado nas regiões sul e sudeste do país desde o ciclo do café, como assinalou Queiroz Neto (2001), em que uma das principais diferenças é que se trata, no presente caso, da cultura de grãos, em especial da sojeicultura.

Nesse sentido, a apropriação de terras arenosas das zonas rebaixadas do entorno das chapadas, que mostram o modelo de ocupação rápida das áreas absorvidas com a nova fronteira agrícola do Cerrado no Centro-Oeste brasileiro, extrapolaram em muito as áreas onde as limitações e demandas tecnológicas de manejo eram menores, ou seja os topos das Chapadas. O desmatamento e a constante substituição, sobretudo das áreas com Cerrado arbóreo aberto e fechado entremeados por matas ciliares subcaducifólias e cabeceiras de drenagens por pastagens e culturas de ciclo curto, atingiu também essas zonas, cuja capacidade de uso indica limitações moderadas a severas para o uso agropecuário intensivo atrelado ao modelo (SILVA, 2002; BARBALHO *et. al.*, 2001; BARBALHO, 2002; dentre outros).

Enquanto nos topos das chapadas, os Latossolos Vermelhos, argilosos, associados aos relevos suavizados e extensos, o uso podia ser intensivo e fortemente motomecanizado, as zonas rabaixadas sedimentares do seu entorno, onde os Neossolos Quartzarênicos dominam, associados às colinas amplas e alongadas, constituindo amplos ou médios interflúvios com vertentes longas, retilíneas, ao contrário, requeriam tratos preventivos e intensivos de manejo, face à sua baixíssima fertilidade e baixa coesão, que favorecia a instalação de processos erosivos, aliados a chuvas intensas e concentradas de verão (RAMOS, 2003).

O espaço ocupado em decorrência da abertura da nova fronteira com a expansão, modernização da agricultura e da pecuária e o próprio aumento populacional favoreceram a instalação e intensificação dos processos erosivos e outros impactos, na maioria das vezes relacionados à falta de orientação técnica através de um plano de manejo eficaz, elaborado com base na capacidade de uso das terras que necessitam de sistemas adequados de manejo ambiental. Um esquema simples resume bem esse perfil não conservacionista:

Fronteira Agrícola → Desmatamento → Agropecuária → Exploração Agrícola → Exaustão das Terras → Mudança do perfil econômico e produtivo da região em decorrência dos efeitos negativos do uso inadequado e não planejado.

Para execução de um planejamento ambiental para a área, torna-se necessário estudo numa abordagem analítica integrada dos recursos naturais utilizados pelo homem na apropriação do espaço, a qual permitiria delimitar a sua qualificação, no sentido de recomendar o manejo adequado. Nessa perspectiva, Ross (2001) lembrou a importância do papel da Geografia Física Aplicada face à compreensão e ao uso dessa abordagem.

A Geografia se destacou e destaca por estudar a organização espacial, considerando-se a relação do homem com o seu meio ambiente e suas consequências na transformação do espaço. Os avanços tecnológicos alcançados nas diversas áreas das ciências possibilitaram o aumento do conhecimento humano sobre a natureza, proporcionando um melhor

entendimento das transformações do meio físico, das realidades sociais e até mesmo do gerenciamento dessas mudanças, que é contemplado pela ciência geográfica.

A transformação de pastagens e áreas agricultáveis em ambientes com restrições a esse tipo de uso, quando feito sem orientação técnica adequada ao manejo dos recursos, resultam na inadequação do seu uso e impossibilita o desenvolvimento verdadeiramente sustentável da região dos Cerrados como um todo, já que as reações são também sistêmicas.

A erosão, do ponto de vista geomorfológico, modela uma paisagem pelo fato de esculpir os terrenos, atribuindo-lhes novos modelados. Os agentes da erosão podem ser caracterizados em vários tipos: hídrica, eólica, fluvial, glaciária, marinha, pluvial, etc. Se a origem e evolução erosiva é mais lenta no tempo e causada por fenômenos sem interferência antrópica, ela é considerada geológica ou normal (SALOMÃO, 1994; OLIVEIRA, 1998; IPT, 1998). Diz-se que a erosão é acelerada quando decorre da intervenção humana no meio físico (IPT, 1986; GUERRA, 1996). Acelerada porque se desenvolve em tempo bem menor que aquela comumente com intensidade maior. Mas, vale lembrar, os agentes é que se configuram de outro modo, o que não quer dizer que não seja um fenômeno natural.

Nessa perspectiva, Almeida Filho (2001) lembra que os fenômenos erosivos resultam da ruptura de equilíbrio do meio ambiente, decorrente da transformação drástica da dinâmica da paisagem, por eliminação da cobertura vegetal natural e introdução de novas formas de uso das terras.

A erosão hídrica, causada pelos efeitos do escoamento superficial ou subsuperficial das águas pluviais é uma das mais relevantes nas áreas tropicais, dado o volume pluviométrico e alto grau de intemperismo de seus terrenos. No setor sul da Alta Bacia do Rio Araguaia, os processos erosivos caracterizam-se como hídricos e acelerados, pois antes da referida ocupação intensiva da área ocorrida nos últimos 40 anos praticamente não existiam na

escala 1/60.000 adotada nos estudos realizados (FARIA, 2001; SILVA, 2000, dentre outros).

Os tipos de erosão hídrica podem ser tanto laminares, como lineares. A erosão laminar decorre do escoamento difuso das águas pluviais, principalmente em áreas desmatadas e sob condições inadequadas de uso ou manejo, sobre solos cuja capacidade e aptidão estão condicionadas a limitações associadas às altas declividades, textura, estrutura, espessura, solos, etc. A erosão linear ocorre em função do escoamento superficial ou subsuperficial concentrado, igualmente associadas a essas condições, mas também relacionadas ao intenso pisoteio de animais, bem como às faixas de divisões por cercas, caminhos e estradas, etc que se tornam canais preferenciais de escoamento. Enquanto a erosão laminar é de difícil percepção, a qual é dirigida pelas evidências (perda de horizontes superficiais de solo, exposição de raízes, assoreamento de vertentes por colúvios, etc), a linear é visível porque resulta em incisões alongadas na superfície dos terrenos, formando sulcos, ravinas e voçorocas (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1994; IPT, 1998, SALOMÃO, 1994 e 1999).

Embora a literatura mostre discordâncias quanto às profundidades, os sulcos costumam ser rasos, em geral menos que 50 cm, e por isso são facilmente corrigíveis pelas máquinas agrícolas durante o preparo dos terrenos para o plantio. As ravinas já são mais profundas e as máquinas não conseguem eliminá-las e decorrem apenas do escoamento superficial das águas pluviais. As voçorocas são as mais complexas, porque além de revelar a ação do escoamento superficial, também revelam as ações do escoamento subsuperficial (como ações de *piping* e interceptação do nível freático) e dos movimentos de massa e outros fenômenos que controlam sua evolução (IPT, 1998; dentre outros), podendo ramificar-se em concordância com as linhas de fluxos hídricos subsuperficiais (SALOMÃO, 1999; dentre outros).

O acompanhamento histórico da ocupação por que passou a região, como base para o entendimento da sua dinâmica, torna-se muito importante na medida em que permite saber como, quando e porque aconteceram as diversas

atividades que estruturam a paisagem atual e em que momento as erosões se instalaram ou se intensificaram, bem como em que situação de uso e manejo se desenvolveram

O conhecimento sócio-econômico histórico da região pode ainda esclarecer, dentre outros, os fatores que induziram certos usos e manejos das terras, ou seja, como se processaram as atividades econômicas (XAVIER, 1996). Nesse sentido, é fundamental o cruzamento da distribuição dos focos erosivos com os outros dados do meio físico para uma correta delimitação das áreas com diferentes graus de impactos, bem como para estabelecer as alternativas mais adequadas de controle (SALOMÃO, 1999).

O planejamento geoambiental, baseado no reconhecimento dos sistemas ambientais delimitados em função dos seus diferentes graus e tipos de risco à erosão linear, caracteriza-se como fundamento de uma abordagem integrada dos componentes ambientais com suas formas de degradação e agradação, contribuindo, assim, com subsídios para o correto manejo sustentável das áreas ocupadas na sua dinâmica, pois este permitirá elencar os parâmetros necessários para um convívio satisfatório entre o homem e o ambiente.

Para tanto, estudos realizados na região do setor sul da Alta Bacia do Rio Araguaia, cujos produtos, na maioria, foram acompanhados da elaboração de cartas temáticas em escala 1:100.000 (aproximadamente), como em escalas maiores, desde 1:60.000, se constituem num acervo referencial que estará servindo à presente pesquisa. Merecem destaque aquelas cartas relativas aos mapeamentos regionais do meio físico (geologia, geomorfologia, solos, evolução do uso do solo, ocorrências e processos erosivos), além daqueles que tiveram como base as cartas topográficas (hipsométrico, declividade), bem como as suas sínteses (morfopedológico, suscetibilidade dos solos aos processos erosivos, capacidade de uso das terras e discrepância entre capacidade e uso das terras). Tratam, portanto, dos temas indispensáveis ao correto planejamento geoambiental.

Convém observar que tais mapas já permitiram constatar que as áreas de uso mais discrepante encontram-se sobre solos arenosos localizados nas zonas rebaixadas do entorno das chapadas, situadas entre estas e o canal do rio Araguaia, onde a suscetibilidade erosiva é máxima e também a discrepância entre capacidade de uso e uso das terras, portanto, onde se encontram as subbacias mais críticas, nas quais o desmatamento foi superior a 50% nos últimos 40 anos, dando lugar a atividades agropecuárias (OLIVEIRA, 1998; SILVA, 2000; FARIA, 2001; BARBALHO *et. al.*, 2001; BARBALHO, 2002). Tais mapas e estudos que os acompanham permitiram ainda constatar o notável descumprimento da legislação ambiental, em especial relativas às áreas de preservação permanente (FARIA, 2001).

Confirmaram, ainda, que, na região, as mudanças do comportamento hidrológico resultantes dos impactos promovidos pelos usos relatados favoreceram a concentração do escoamento superficial das águas pluviais, como as trilhas de gado, linhas de divisas e cercas, construção de sistemas viários sem sistema de drenagem (dissipação) satisfatório, dentre outros, comprovando o uso inadequado das terras (IPT, 1998; CELG, 1998; CAMPOS *et. al.*, 1999; CASTRO *et. al.*, 1999 e SANTOS, 2001; dentre outros).

Assim, o conhecimento já acumulado, relativo às limitações e condições favoráveis ao uso dos recursos existentes, permite conduzir à elaboração de uma carta de risco à erosão linear e à organização de uma proposta de planejamento para a área, principal objetivo da presente pesquisa.

Assim, com base numa abordagem integrada por compilação dos vários elementos do meio físico elaborados nessas pesquisas anteriores, sobretudo por Barbalho (2002), permitiram delimitar as unidades de paisagens, seus graus de risco à erosão linear e as alternativas de controle dos impactos erosivos na região, os quais serviram de base para a elaboração da referida proposta, a qual considera os riscos e apresenta as diretrizes e recomendações para a recomposição das áreas de preservação permanente, como aquelas onde o uso agropecuário poderá ocorrer, mas estritamente dentro de um modelo

conservacionista, como subsídio ao plano de uso sustentável dos recursos naturais, numa perspectiva de uso responsável

1.2 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

O setor sul da Alta Bacia do Rio Araguaia, localizada entre as coordenadas 17º 30’ 00’’ e 18º 00’ 00’’ de latitude Sul e 53º 00’ 00’’ e 53º 30’ 00’’ de longitude Oeste, abrange terras de três Estados brasileiros (Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), que têm no município goiano de Mineiros as suas nascentes principais e integram áreas cujos limites contemplam também os municípios de Alto Taquarí e Alto Araguaia, ambos no Estado do Mato Grosso, como mostra a Figura 01 na página 22.

A área compreende aproximadamente 1.516 km², com cerca da metade situada no extremo sudoeste goiano contemplando terras da Mesoregião homônima deste Estado. A escolha dessa área foi feita em função da elevada concentração de focos erosivos lineares que apresenta, associados às nascentes dos tributários do Rio Araguaia, aos seus canais fluviais e às estradas, localizadas sobretudo nas zonas rebaixadas que constituem a Serra do Caiapó e o Morro Vermelho, assentadas sobre os solos arenosos dominantes.

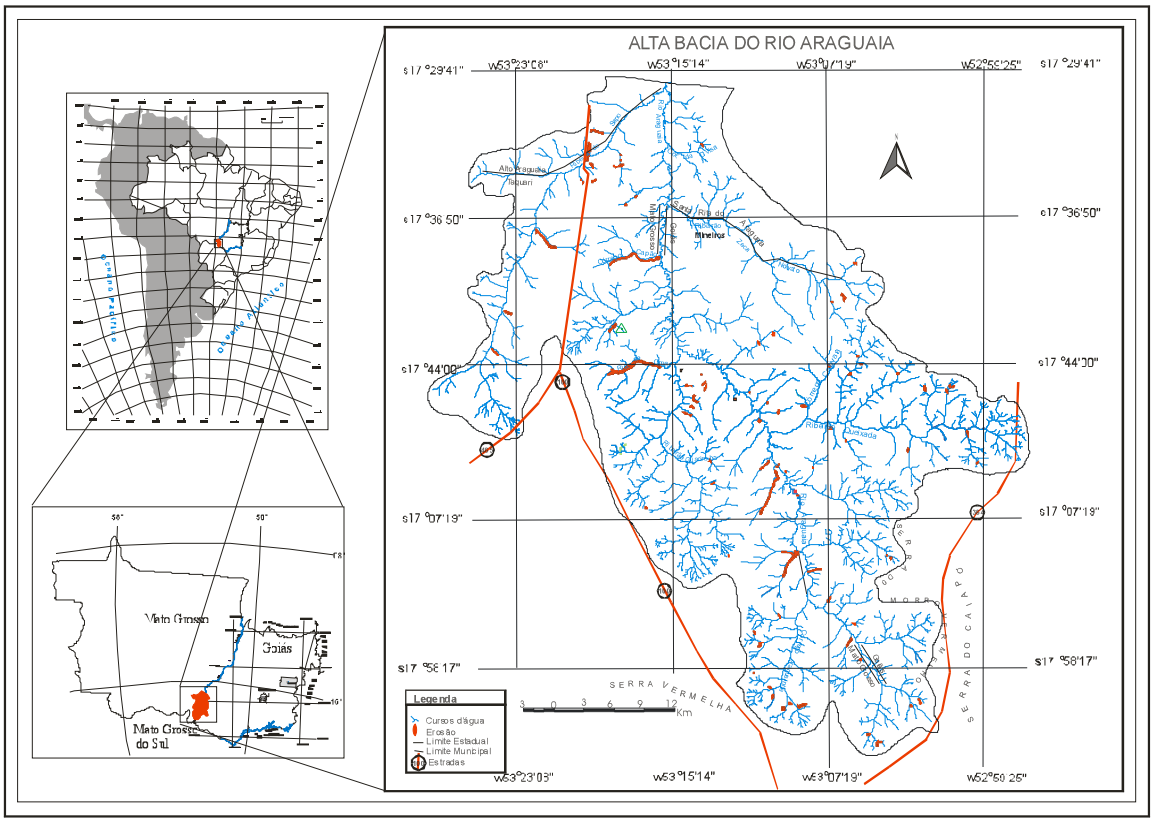


Figura 01 – Localização da área

1.3 – A OCUPAÇÃO E A SÓCIO-ECONOMIA COMO INDUTORES DAS TRANSFORMAÇÕES SÓCIO-ESPACIAIS

A intensificação da agropecuária na região do setor sul do alto curso do Rio Araguaia nos últimos quase 40 anos deu-se no contexto da modernização da agricultura e pecuária associada à dinâmica do desenvolvimento capitalista no cerrado, que atingiu particularmente o sudoeste goiano, onde a área de pesquisa se insere. Essa recente apropriação decorreu da expansão da fronteira agrícola, baseada na produção de grãos, principalmente soja, e de excedente destinado ao consumo interno (sul-sudeste do país) e sobretudo externo (exportação). A transformação do espaço regional se acelerou e o sucesso econômico alcançado evidentemente foi motivado pela presença de recursos naturais aí existentes, especialmente relevo, solo e clima.

É importante compreender tanto as conseqüências desse processo sobre os componentes do meio natural como as suas relações com o processo

histórico de ocupação, assim como ampliar e aprofundar a capacidade de análise e entendimento desse meio intensamente manejado e impactado, para subsidiar ações de planejamento valorizando seus potenciais de uso.

Assim, torna-se importante apresentar um breve histórico do processo de ocupação das áreas de Cerrado, com ênfase na Região do setor sul do alto curso do Rio Araguaia, onde as severas alterações ambientais tem se traduzido na modificação da estrutura regional que se reorganizou em função da então nova fronteira agrícola do país representada em parte por essa região, na medida em que reproduz o fenômeno generalizado que se instalou na própria paisagem do Cerrado como um todo, cuja dinâmica envolveu a substituição das coberturas vegetais existentes por áreas agricultáveis e pastagens.

1.3.1 Os primórdios da ocupação: (Re)estruturação do espaço pelo homem branco[1]

A estrutura espacial da região do Cerrado é resultante de todo um processo que vem sendo moldado ao longo de dois séculos e meio com a entrada das primeiras bandeiras. As investidas rumo ao interior brasileiro deram início à ocupação das capitanias de Mato Grosso e Goyás (GOMES & NETO, 1993). Diretamente ligada à (re)estruturação espacial temos o desenvolvimento econômico que ocorreu paralelamente aos períodos de ocupação refletindo toda a cultura da própria organização do território do estado até os dias atuais.

A mineração como força expressiva de surgimento dos primeiros núcleos urbanos (Vilas ou Arraiais) deu seus passos iniciais no território que hoje conhecemos por Goiás a partir da segunda metade do século XVIII com as Bandeiras. Toda a riqueza gerada pela exploração aurífera não foi suficiente o bastante para sustentar e desenvolver o pilar de um pólo de economia autônoma, pois o curto período de duração da riqueza tirada da

[1] O espaço geográfico do Cerrado brasileiro teve início bem antes do período colonial. Os caçadores e coletores, posteriormente a população indígena desenvolveu a agricultura diversificada que deu apoio aos colonos portugueses e espanhóis que aqui chegaram no século XVIII (Novais Pinto, 1998)

superfície dos leitos dos rios minimizou as atividades lucrativas da mineração[2].

1.3.2 Espaço do gado e espaço da agricultura.

Com o enfraquecimento da economia baseada na exploração aluvionar a maioria da população das capitanias partiram para lugares mais promissores, assim a (re)estruturação do desenvolvimento da ocupação se verifica na formação de uma nova base econômica ligada a criação de gado e da agricultura de subsistência.

Com o passar dos tempos e com a necessidade cada vez maior de intensificação comercial, as distâncias foram se tornando mais curtas e o fortalecimento da economia passou a assistir um novo período de altivez. Portanto, foi a agropecuária tradicional em conjunto com a mineração decadente que, durante os séculos XIX e XX, sustentou e desenvolveu a economia goiana.

Somente no séc. XX que se intensifica a inserção de Goiás no contexto econômico centro-sul do país acarretando uma transformação territorial formando novos espaços (in)explorados anteriormente. Fica explicito o que lembrou Duarte (1988) como a influência da estrutura regional extremamente ligada ao contexto nacional regida pela dinâmica da expansão capitalista.

Pelo exposto pode-se perceber que a área de estudo não sofreu impactos da colonização. Portanto, os problemas erosivos intensivos e desastrosos iniciaram-se na segunda metade do século XX, quando novas políticas surgiram, como se verá a seguir.

[2] O processo de exploração do ouro aluvionar em algumas minas não passou de 5 décadas.

1.3.3 Novos tempos: os tempos das zonas, das frentes e das fronteiras

A intervenção estatal foi a marca principal dos novos tempos de ocupação do cerrado através das políticas de integração das áreas longínquas. A modernização da agricultura na região do cerrado goiano intensificou-se nos últimos 40 anos caracterizando a fase que foi marcada pela migração de pessoas do Sul e Sudoeste do país.

Com a marcha para oeste sob a tutela da Fundação Brasil Central, as colônias agrícolas, a abertura de malhas viárias e ferrovias, a construção de Brasília e os planos nacionais de desenvolvimento foram alguns dos exemplos de práticas atuantes indutoras de (re)estruturação espacial através da ocupação populacional integrando a região aos grandes centros econômicos, como a fotografia do novo bandeirismo geo-econômico e geo-social, como exemplificou Cassiano Ricardo (1970), dos desbravadores que deixavam as zonas antigas.

Fica claro que a intervenção estatal intensificada e as repercussões espaciais das diferentes formas de atuação do governo afetaram demasiadamente a estrutura regional existente. As relações de produção e a inter-relação entre os núcleos urbanos e áreas produtivas também vão acelerando o processo de transformação das zonas, das frentes, enfim, das fronteiras.

Nos anos de 1970 a região Centro-Oeste é alvo de uma fronteira agrícola como nova opção de fuga da pouca oferta de terras do sul e sudeste do país (ROMANO, 1985; OLIVEIRA, 1996; SHIKI, 1997) atraindo, assim, grande contingente de migrantes que para aí vieram. Dessa maneira o desenvolvimento agropecuário em novas áreas de cerrado foi induzido de maneira a aproveitar todos os espaços possíveis objetivando implantar pastagens melhoradas e, posteriormente, a produção de grãos.

Assim entramos numa nova fase de (re)estruturação do espaço sobre a influência dos programas e políticas públicas de expansão agrícola no cerrado. A agricultura modernizada e a alta produtividade são as

características positivas desse período. Em contrapartida, a sustentabilidade desse sistema acabou afetando o cerrado em seus potenciais, sobretudo pelos altos índices de desmatamento que promoveram os principais impactos ambientais e as transformações da paisagem.

1.3.4 Incentivos: a fronteira e as suas conseqüências na paisagem

A demanda por produtos agrícolas e o alto desenvolvimento tecnológico por que passou a agropecuária acabou encontrando nos programas de desenvolvimento regional o caminho para a sua aplicação no Centro-Oeste. O Polocentro (Programa de Desenvolvimento do Cerrado) foi o que mais influenciou a região sudoeste do estado[3], tendo recebido como aplicação inicial cerca de US$ 248 milhões entre os anos de 1975 e 1984 (SHIKI, 1997)

A atratividade para a produção de soja e gado no cerrado coincidentemente veio junto à demanda pelo produto nos mercados internacionais e assim tiveram início os tapetes verdes de soja, algodão, trigo e de pastagens (foto 01).

Foto 01 – Campo cultivado com o milheto que antecede o plantio de soja na safrinha.
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 na Alta Bacia do Rio Araguaia.

[3] Por ter sido o programa que mais influenciou a área de abrangência de estudo será dado destaque apenas ao POLOCENTRO, mas deve-se ressaltar o papel fundamental nas fronteiras agrícolas de outros programas como o PRODECER, PROALCOOL e outros.

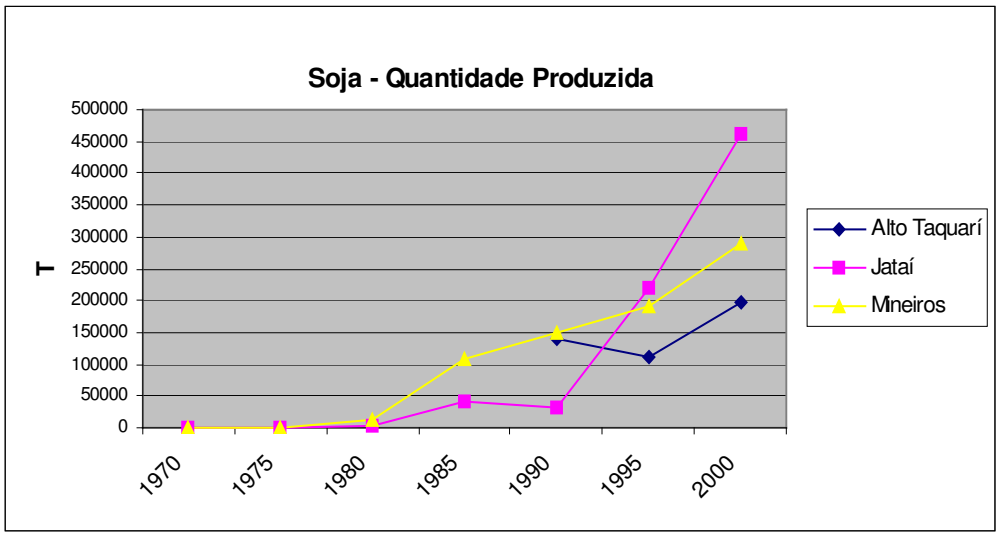
O acesso aos créditos agrícolas subsidiados teve grande impacto pois as expectativas de rentabilidade eram grandes e o acesso às terras era facilitado em função dos seus baixos valores. Os pólos de crescimento selecionados pelo programa foram considerados como áreas de investimentos, melhorando a infra-estrutura e abrindo assim as portas do novo mundo aos migrantes.

O alto desenvolvimento tecnológico que deu suporte aos produtores tornou-se rentável aos produtos gerados naquelas terras, que antes eram consideradas ácidas e pouco férteis. A modernização dos equipamentos agrícolas fazia com que as áreas plantadas e a produção fossem cada vez maiores a medida que iam passando as safras. Da mesma maneira ocorria o aumento de áreas destinadas a pastagens que fossem suficientes ao gado.

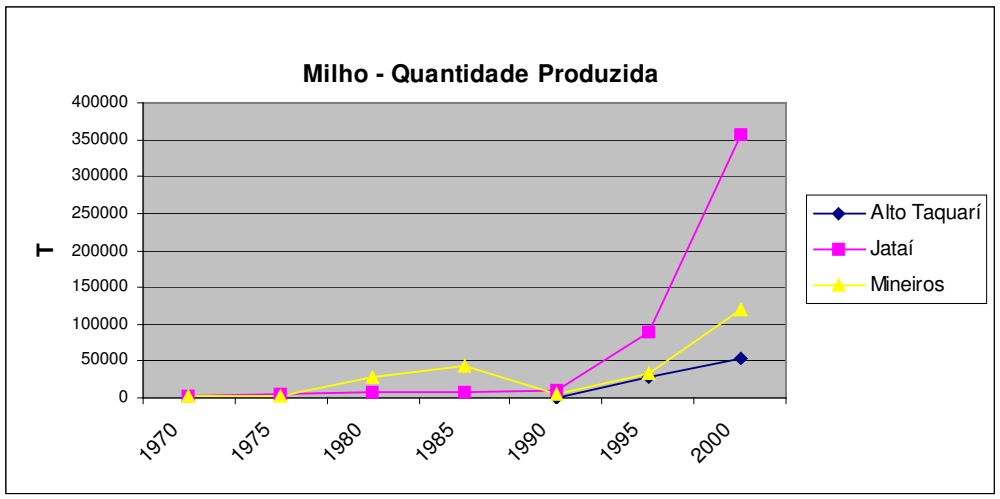
Uma maneira clara de observarmos esses fenômenos é através da apresentação de dados estatísticos, que vem sempre comprovar a realidade da fronteira agrícola que estabeleceu o padrão de (re)estruturação na região sudoeste.

Um quadro comparativo de produção de grãos envolvendo os municípios goianos de Jataí e Mineiros, além do município mato-grossense de Alto Taquarí, mostra o traço desse caminho que seguiu em direção oeste e ajudou a modificar a paisagem da região sudoeste de Goiás.

Nos gráficos dos Quadros 01 e 02 pode-se observar que a produção de soja e milho iniciou-se em 1970. A baixa produção se explica por estar aquela região no período inicial da implantação do programa POLOCENTRO. Assim dava-se também o início de um processo de ocupação estimulada pela frente agrícola que nos anos de 1980 surpreendeu as expectativas com os autos índices de produção, chegando a se tornar o celeiro do país.

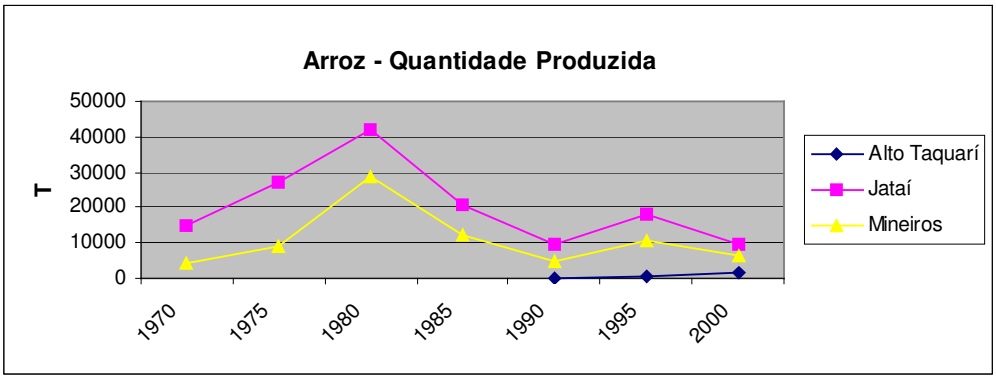


Quadro 01 – Gráfico da quantidade de soja produzida entre 1970 e 2000
Fonte: IBGE – Censos Agropecuários 1970/75/80/85/90/95/00



Quadro 02 – Gráfico da quantidade de milho produzido entre 1970 e 2000
Fonte: IBGE – Censos Agropecuários 1970/75/80/85/90/95/00

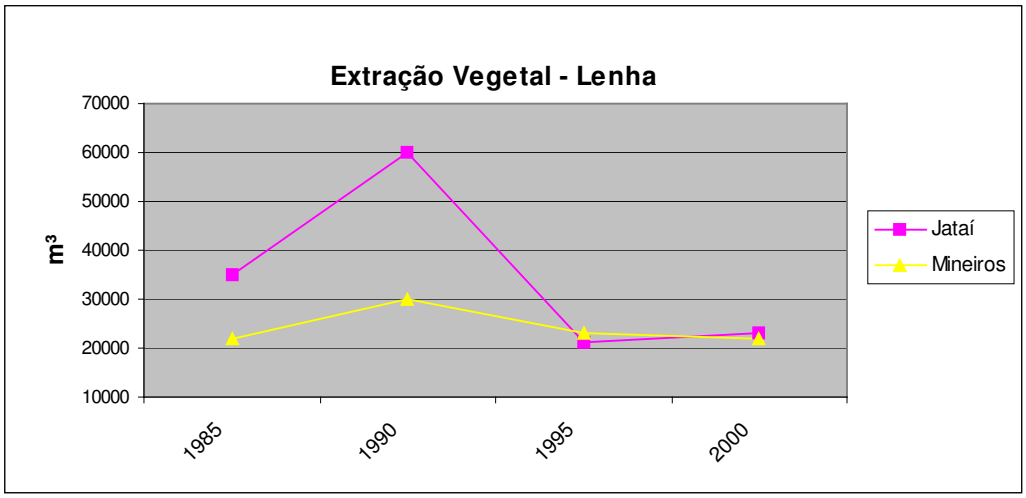
No gráfico do Quadro 03 verifica-se a queda na produção de arroz justamente na mesma época da ascensão dos grãos de soja e milho na região. Percebe-se aí uma progressiva substituição do tipo de produção agrícola.



Quadro 03 – Gráfico da quantidade de arroz produzido entre 1970 e 2000
Fonte: IBGE – Censos Agropecuários 1970/75/80/85/90/95/00

Outro dado muito importante, e que serve não só para confirmar a frente estabelecida a partir de 1970 e 1980, mas para dar suporte ao alto grau de transformação da paisagem no local é a informação sobre extração vegetal.

No gráfico do Quadro 04 evidencia-se a alta taxa de retirada de lenha na década de 1980 com base no exemplo do município de Jataí. Nesse tempo as áreas voltadas à produção agrícola e pastagens ainda eram poucas, porém com a ativação da frente agrícola a retirada de vegetação do cerrado acelerou. No mesmo município verifica-se que esse dado já é bem menor no início da década de 1990, já que essas áreas foram ocupadas desde 1970 no sentido da fronteira agrícola. Já no município de Mineiros os dados apresentam um contínuo processo de retirada de vegetação.



Quadro 04 – Gráfico da extração vegetal – lenha entre 1985 e 2000
Fonte: IBGE – Censos Agropecuários 1985/90/95/00

As fronteiras agrícolas trazem consequências diversificadas na sua composição. Além da dinâmica da paisagem que se transforma em função do uso das terras, é grande a quantidade de migrantes que se deslocam para essas regiões estabelecendo conflitos sociais (MARTINS, 1989; OLIVEIRA, 1996). A falta de planejamento dos espaços ocupada também é observada, comprometendo a potencialidade dos recursos antes existentes. Ocorre quase sempre a redução ou mesmo a eliminação do ecossistema presente, modificando as suas estruturas e fazendo correções químicas no sentido de "melhorar" as condições dos solos e principalmente retirando a vegetação natural em detrimento de áreas para a expansão agropecuária.

Nas fotos 02 e 03, embora em escalas e sensores diferentes, temos uma visão geral das nascentes do Rio Araguaia em dois momentos. Na fase inicial (foto 02) da ocupação na região e outro recente (foto 03) mostrando o alto grau de ocupação das áreas. Nota-se claramente assim o processo expansivo de frente agrícola para produção de grãos e pastagens para a criação de gado numa área de captação hídrica, comprometendo o próprio desenvolvimento do rio que sofre sérios danos ambientais causados pelo assoreamento e o alto grau de erodibilidade da região. Na foto 02 vê-se o Parque Nacional das Emas e as nascentes do Rio Araguaia ainda vegetadas. Na foto 03 percebe-se os remanescentes vegetais em tons avermelhados.

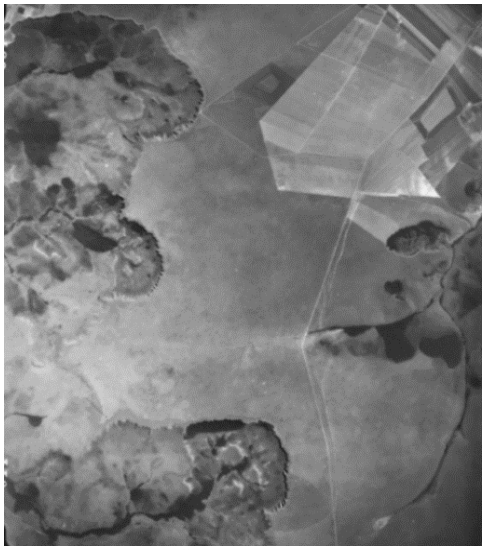


Foto 02 – Fotografia aérea (Nascentes)
Fonte – USAF 1964

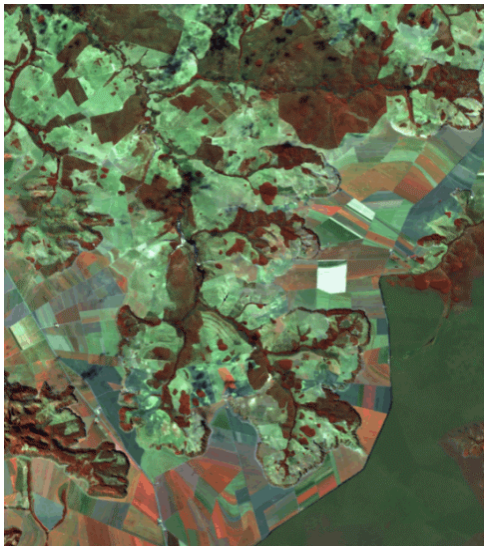


Foto 03 – Imagem de satélite (Nascentes)
Fonte – Landsat TM 5, RGB/543, 1997

Pode-se claramente observar nas fotos 04, 05 e 06 o contraste entre as áreas de pastagens e de cultura que estabelece um padrão de retirada da vegetação na borda da serra do Caiapó. Esses processo acelera o deslocamento de partículas do solo provocando o assoreamento das nascentes, bem como provoca erosão acelerada em tamanhos surpreendentes.

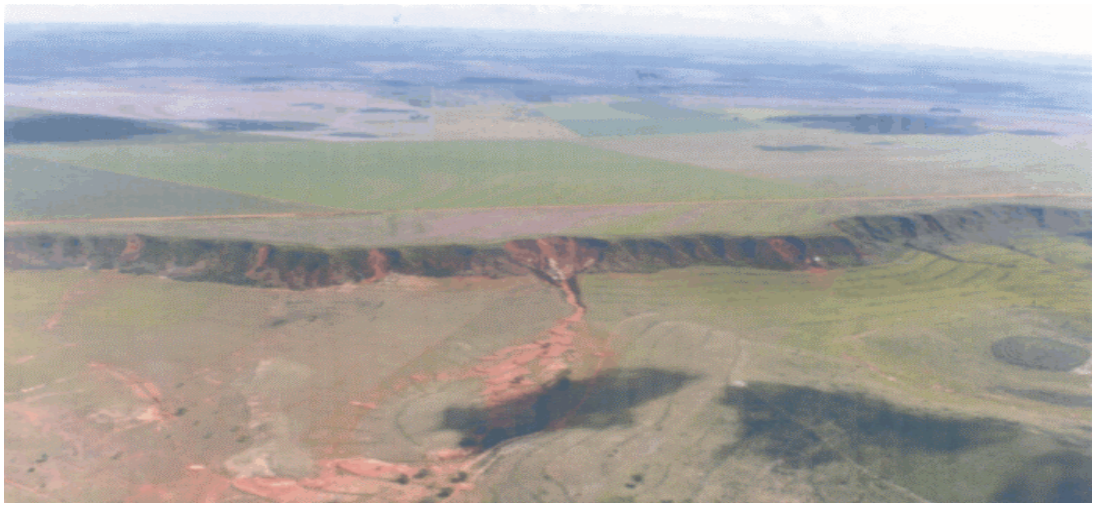


Foto 04 – Serra do Caiapó nas nascentes do Rio Araguaia.
Fonte – Fundação EMAS, 1999

Foto 05 – Erosão Chitolina e assoreamento do Rio Araguaia
Fonte – Fundação EMAS, 1999

Foto 06 – Vista interna da erosão da Chitonila.
Fonte: Trabalho de campo realizado em julho/2001 na bacia do alto curso do Rio Araguaia.

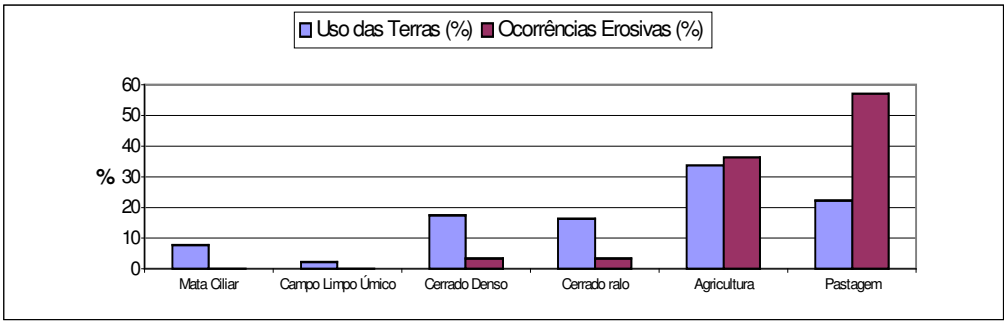
1.3.5 Uso da Terra

A partir da interpretação da imagem LANDAST – 7 ETM+ de agosto de 1999 (Anexo - Figura 02), nota-se o predomínio de áreas ocupadas com pastagens e agricultura (cerca de 55,65 % da área). Já os 44,2 % restantes representam as coberturas vegetais divididas em: mata ciliar, cerrado arbóreo denso e cerrado arbóreo aberto ralo.

As áreas de relevos mais planos, que cercam o setor sul do alto curso do Rio Araguaia e em que predominam os Latossolos, estão sendo utilizadas para as culturas temporárias de soja, algodão, sorgo e milheto.

Já as áreas de pastagens verificadas na interpretação da imagem de satélite localizam-se na parte centro-leste da área, ocorrendo também algumas manchas ao norte.

Barbalho et. al. (2001) elaboraram o cruzamento de informações sobre uso da terra e ocorrências erosivas na região, comprovando que os maiores índices de ocorrências erosivas lineares estão relacionadas a áreas de pastagens e agricultura, como pode ser observado no gráfico do Quadro 05.



Quadro 05 – Gráfico do cálculo de áreas de Uso das Terras e Ocorrências Erosivas.

Contrastando com a realidade observada diante dos tipos de uso das terras do setor sul do alto curso do Rio Araguaia, Barbalho *et. al.* (2001) desenvolveram a Carta de Classificação das Terras baseada no Sistema de Capacidade de Uso para a área (Anexo – Figura 03).

Os autores constataram que cerca de 48,53% da área está classificada no Grupo C – Classe VIII, ou seja, destinadas à preservação ambiental em função das suas limitações de uso, que são derivadas principalmente pelas características dos solos.

Os outros 42,72% classificadas na área, variam entre o Grupo A, nas Classes II e IV e o Grupo B – Classe V, e também merecem destaque pelas limitações de uso, sobretudo por serem áreas que passam por sérios problemas de erosão.

Conforme podemos observar pela tabela do Quadro abaixo, apenas 8,75% da área está apta ao uso irrestrito (Grupo A – Classe I). São a áreas aquelas áreas de relevo mais plano e que predominam os Latossolos.

Classificação das Terras Baseada no Sistema de capacidade de uso	**Área**	
	km²	**%**
Grupo A – Classe I	132,8	8,75
Grupo A – Classe IIIs	181,2	11,94
Grupo A – Classe IVs	274,7	18,10
Grupo B - Classe Va	192,5	12,68
Grupo C - Classe VIIIes	736,6	48,53
Total	**1.517,8**	**100**

Quadro 06 – Classificação das Terras baseada no Sistema de Capacidade de Uso
Fonte: Barbalho (2002)

Ainda com relação à temática uso das terras foi elaborado por Silva (2001), a carta de Discrepância entre Uso e a Capacidade de Uso das terras do setor sul do alto curso do Rio Araguaia (Anexo - Figura 04). Através do cruzamento das cartas de capacidade de uso e uso das terras, foi observado que o potencial de uso das terras está altamente discrepante com o seu potencial, condicionando assim a sua degradação ambiental.

A discrepância mostra que o tipo de uso da terra na área da pesquisa não está em acordo com a sua capacidade. Assim, quando correlaciona-se com os focos erosivos cadastrados, observamos que as atividades agropecuárias instaladas em regiões onde estão indicadas como áreas destinadas a preservação ambiental contribuem para a instalação e desenvolvimento dos processos erosivos. Mesmo as áreas em que a classificação da capacidade de uso foi favorável ao uso agrícola (bordas das chapadas) tornaram-se discrepantes, sobretudo pela não aplicação das faixas de preservação permanente nas bordas das chapadas. A tabela abaixo exemplifica essa relação.

Grau de Discrepância	Área		Erosão
	Km²	%	
Máximo	659,40	43,48	63
Muito Alto	252,58	16,65	15
Alto	111,19	7,33	3
Nulo	493,52	32,54	10
Total	**1.516,59**	**100**	**91**

Quadro 07 – Grau de Discrepância entre a Classificação das Terras Baseada no Sistema de Capacidade de uso e uso atual.
Fonte: Barbalho (2002)

1.4 - OBJETIVOS

Objetivo Geral :

Elaborar diretrizes e ações visando o Planejamento Geoambiental para o setor sul da Alta Bacia do Rio Araguaia com ênfase no controle dos processos erosivos lineares e nas suas consequências, através da delimitação de sistemas

ambientais e avaliação dos seus graus de suscetibilidade e risco à erosão linear na escala de 1/60.000.

Para tanto, estão previstos os seguintes objetivos específicos :

1 - Caracterizar os fatores geoambientais e o contexto histórico (ao longo do processo de ocupação nos últimos 40 anos), como condicionantes da erosão e suas consequências;

2 – Identificar e avaliar as características dos sistemas ambientais, diagnosticando suas suscetibilidades erosivas;

3 - Analisar os sistemas de uso e manejo das terras utilizados e sua relação com os impactos ambientais, em especial com a erosão linear da unidades ambientais de planejamento;

4 – Elaborar a carta de suscetibilidade e de risco à erosão linear e avaliar os seus diferentes graus, bem como suas distribuições espaciais e suas relações com os componentes do meio físico através das unidades ambientais de planejamento;

5 – Fornecer subsídios para as ações de planejamento com ênfase na indicação de áreas suscetíveis ou não ao uso agropecuário, ou outros, em função das suas potencialidades, elaborando as diretrizes e ações recomendadas.

II - PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PESQUISA

2.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Pesquisando as organizações espaciais, tanto em contextos naturais como sociais, a Geografia dispõe de métodos próprios e informações científicas diversas que lhe permitem desempenhar, no cenário científico, sobretudo recente (século XX), papel importante na orientação quanto à organização equilibrada do meio físico frente à sua apropriação relacionada às diversas atividades humanas desenvolvidas nesse *estrato geográfico* em permanente transformação (GRYGORIEV, 1968; CHRISTOFOLETTI, 2000). Prognósticos geográficos sobre as consequências da pressão exercida no meio ambiente corroboram a sistematização dos procedimentos técnicos-naturais criados pelo homem (GERASIMOV, 1980), bem como os processos atuantes na superfície terrestre desde a constituição inicial do planeta Terra, que se materializam num conjunto interativo entre a atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, resultando em mudanças nos sistemas ambientais físicos (CHRISTOFOLETTI, 2002).

Para Prandini *et. al.*(1995), a compreensão da dinâmica das mudanças na paisagem, sobretudo aquelas acarretadas pelos fenômenos físicos, deve passar pela compreensão dos eventos de ordem endógena e exógena.

> Os fenômenos do meio físico podem ser entendidos como de ordem endógena e exógena, em relação à superfície do planeta. Como endógenos, tem-se as manifestações de forças materiais do interior da crosta, ou de abaixo desta, como o vulcanismo, o tectonismo, os episódios sísmicos. Os exógenos traduzem a dinâmica de interação entre a própria crosta e os agentes de superfície, responsáveis por intensas modificações físicas e químicas das rochas, originando os solos e promovendo a erosão das terras altas e assoreamento das terras baixas (PRANDINI *et. al.*, 1995)

Os autores lembram ainda que a aparente estabilidade atribuida ao ambiente, como sugerido acima, não acontece de maneira frequente, mas pelo

contrário, forças antagônicas vem atuando, e cada vez mais se tornando um agente muito ativo nas forças exógenas.

Nesse sentido, a Geografia, que se volta ao estudo das sínteses da relação sociedade-natureza e seu reflexo na organização espacial, busca em algumas ciências correlatas ou afins, bases teórico-metodológicas e/ou operacionais para alcançar os objetivos de explicação, bem como para fornecer novas alternativas nesse sentido. A integração dos fatos analisados no *estrato geográfico* põe em evidência, de *per si*, a necessidade de contemplar um enfoque ecológico das informações. A geoecologia tem sido uma corrente de pensamento que trata dessa abordagem (CHRISTOFOLETTI, 2002).

Por outro lado, a Geografia contemporânea também revela-se uma ciência que pode edificar parâmetros eficazes no entendimento das relações existentes no espaço dito territorial, em qualquer escala, quando trata de integrar esses dados físicos e bióticos com os sócio-econômicos. Assim, pode consequentemente propor novos padrões de uso e ocupação e/ou de reajustes dos existentes, de modo a melhorar a relação sociedade e natureza, assumindo portanto, um aspecto propositivo, isto é, aplicado, no sentido de resolver desequilíbrios gerados pela produção dos espaços como resultado da relação, de modo mais responsável e socialmente justo, com vistas, inclusive, a garantir benefícios para as novas gerações.

Nessa perspectiva, a reflexão que se coloca como fundamental e que se tornou pressuposto básico na presente pesquisa, baseia-se numa abordagem integrada dos componentes do meio ambiente, pois eles materializam e evidenciam a organização e interconexões de caráter sócio-espacial entre os elementos analisados, sobretudo quando voltados à realização de diagnósticos/prognósticos ambientais, onde o processo organizacional ou classificatório de unidades ou áreas torna-se indispensável para o alcance desse objetivo maior a ser alcançado, seja ele analítico e/ou propositivo, isto é, intervencionista.

Rougerie & Beroutchvili (1991) lembram que a identificação de unidades espaciais diversas integrando relevo, geologia, solos, vegetação e outros, de maneira geral, requer a elaboração de análises integradas dos elementos que as compõem e de seu comportamento e funcionamento atuais, com base nos padrões de suas relações internas, suas estruturas e suas dinâmicas. Segundo Penteado (1985), que já afirmava ser o ambiente o resultado da interrelação e funcionamento entre elementos sociais e naturais, estes e o meio da sociedade, em forma de sistemas, cada área a ser analisada (homogênea ou heterogênea) estará em dependência dos organismos existentes, ou subsistemas articulados uns aos outros.

Nesse mesmo sentido, Christofoletti (2002) discutindo essa questão, ressalta que a integração dos elementos componentes do meio expressa em unidades espaciais, por vezes, e sobretudo nos tempos atuais, é dada não só entre sistemas ambientais físicos, mas também destes com os sistemas sócio-econômicos. Estas considerações são perfeitamente compatíveis, em termos de princípios, com as mais recentes tendências metodológicas da Geografia, que exigem, enquanto método, o estudo das formas, funções, estruturas e processos, como já dizia Santos (1985).

> Forma, função, estrutura e processo são quatro termos disjuntivos e associados, a empregar segundo um contexto do mundo de todo dia. Tomados individualmente apresentam apenas realidades limitadas do mundo. Considerados em conjunto, porém, e relacionados entre si, eles constroem uma base teórica e metodológica a partir da qual podemos discutir os fenômenos espaciais em totalidade (SANTOS, 1985).

Penteado (1985) ressaltara também há quase 20 anos que a capacidade de síntese que é exigida e desenvolvida nos geógrafos advém de sua dupla formação acadêmico-científica, isto é, voltada tanto para estudos dos aspectos naturais como dos sociais do meio, e que lhe habilitam tecnicamente para tais estudos de correlação espacial, bem como, conseqüentemente, para a planificação ambiental. Tratar-se-ia, portanto, como exemplo, entre outros, do que se generalizou mais tarde como metodologia para zoneamento ecológico-econômico (ZEE), EIA/RIMA e outros instrumentos voltados ao planejamento.

A adoção do conceito de sistema na Geografia possibilita a integração de conhecimentos específicos num contexto temático abarcando, portanto, questões como as dos problemas ambientais, pois que a visão é de conjunto dos seus aspectos integrantes, acrescidos da compreensão de que são dinâmicos no tempo e no espaço e que consequentemente podem alterar as paisagens locais, assim como seus atributos de modo constante e que demandam diagnósticos quanto ao grau de equilíbrio ou desequilíbrio dinâmico (ROSS, 2001), o que interessa, em especial, à compreensão dos padrões de ocupação e uso dos territórios constituídos, na sua origem e evolução, para fins de ações de planejamento.

A base do conceito de sistema pressupõe que seu conjunto de objetos e respectivos atributos se relacionam, de modo a executar necessariamente alguma função particular, o que faz com que determinado padrão de organização seja estabelecido em função dessas relações discerníveis. No caso do objeto de estudo da Geografia, pode tratar-se da organização espacial (CHRISTOFOLETTI, 1979; 2000).

Ainda para Christofoletti (2000), a abordagem sistêmica na Geografia é fundamental, porque através dela pode-se orientar os procedimentos para a modelagem ambiental, e, por conseguinte, ajudar no planejamento ambiental.

> Os conceitos relacionados com sistemas ambientais e modelos encontram-se subjacentes em todos os procedimentos da modelagem de sistemas ambientais, e expressam perspectivas ligadas com as maneiras de se conceber a estruturação e funcionamento dos fenômenos da natureza, tendo como base as visões-de-mundo. (CHRISTOFOLETTI, 2000)

Para ele, as “concepções de mundo” relacionam-se com a significância e valorização a respeito do meio ambiente, sendo que o reflexo de suas nuanças se evidencia no próprio meio. Assim, as diversas alterações ambientais, em virtude das transformações observadas nas características das estruturas e dos processos que estão presentes no meio relacionam-se diretamente com as noções fundamentais sobre a dinâmica evolutiva dos sistemas.

Considerando ainda que as alterações ambientais modificam a paisagem devido a mudanças nas relações entre os seus componentes, sobretudo qualitativas, o que gera certa instabilidade, os estudos já realizados na parte sul da Alta Bacia do Rio Araguaia, revelaram que os processos erosivos constatados na Alta Bacia do Rio Araguaia resultam da suscetibilidade natural potencializada no tempo (erosão acelerada ou antrópica) pelos tipos de uso e manejo empregados, sobretudo nos últimos pouco mais de 40 anos, cujo desequilíbrio está manifesto pela instalação e desenvolvimento de quase uma centena de focos erosivos lineares do tipo voçoroca, amplamente tratada na literatura disponível. (OLIVEIRA, 1998; SILVA, 2000; FARIA, 2001; CASTRO *et. al.*, 1999; CASTRO, 2002; BARBALHO, 2002, dentre outros). Assim, a suscetibilidade transformou-se efetivamente em risco de diferentes graus, na dependência dos seus próprios graus e dos graus de resistência dos meios usados, em acordo com os zoneamentos e compartimentações elaboradas.

Interessando aos objetivos da presente pesquisa, ao constatar-se tal vulnerabilidade que a referida região apresenta face os seus diferentes graus de suscetibilidade natural à erosão linear e ao histórico do uso e ocupação que os acelerou e/ou intensificou, pode-se ter certo que os impactos nos seus sistemas ambientais decorrem das mudanças ambientais que a região sofreu, em função dos modos de apropriação e manejo das terras que se deram no tempo e nos espaços, sobretudo nas últimas três décadas (BARBALHO, 2002; dentre outros) como será melhor discutido adiante. Assim ter-se-ia na região um conjunto de sistemas ambientais transformados e aparentemente em desequilíbrio ambiental.

Os sistemas contemplam claramente uma ordem hierárquica dos seus componentes e fenômenos relacionados à sua utilização, sendo eles complexos e de organização crescente. Assim, no estudo dos sistemas não é necessário o detalhamento de informações individualizadas em si, relativas aos componentes, mas sobretudo à identificação de suas interligações estruturais e funcionais com os demais, que lhe atribuem um dado estado e um dado comportamento, condições essas essenciais para a avaliação de riscos que

apresentam, sobretudo de desequilíbrio potencial ou real de certos fenômenos, diante do seu uso e ocupação.

Nesse espírito, a avaliação dos riscos aos processos erosivos frente ao uso e ocupação de uma dada área necessita de uma abordagem metodológica baseada numa análise sistêmica, haja visto que a estruturação e o funcionamento resultante do conjunto dos elementos que as compõem, assim como a sua dinâmica, vão se estabelecer em virtude das suas variações (complexidades) e de seus fluxos (relações) de interação. Nesse propósito, torna-se necessário inicialmente abordar os conceitos que são normalmente utilizados em diagnósticos/prognósticos ambientais, para que se possa entender de que forma e onde acontecem as transformações das paisagens no espaço geográfico, com o fim de delimitá-las enquanto unidades de planejamento, as quais deverão ser contempladas pelas diretrizes que deverão subsidiar os projetos que visem o seu (re)equilíbrio no prazo mais longo possível e à luz das tecnologias disponíveis, como será exposto a seguir.

2.2 – A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ATUAL: ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E O PLANEJAMENTO AMBIENTAL

O estudo dos sistemas ambientais exige o conhecimento das suas áreas e componentes em seu estado dinâmico atual. As avaliações diagnósticas integradas implicam no conhecimento de sua capacidade de uso, bem como de suas limitações face às pressões humanas neles exercidas. A gestão e o planejamento ambiental, como pressuposto básico, servem então como instrumento para a recuperação de sistemas em desequilíbrio e para a prevenção de desequilíbrios dos sistemas em equilíbrio, isto é, para o controle, face ao diagnóstico/prognóstico elaborados.

A escala crescente de percepção e compreensão das alterações ambientais, a partir da década de 1960, aconteceu em função da rápida degradação ambiental e de problemas sociais por que estava passando o planeta. Nesse período deu-se início a uma maior e mais ampla

conscientização da sociedade quanto à necessidade de preservação, objetivando o que se denominou de uso sustentável dos recursos naturais. Com isso, a demanda pela preservação ambiental passou a ser exigência das comunidades acadêmicas e dos formadores de opinião (mídia).

Dentre as perspectivas dos vários programas propostos desde então, estão o levantamento das informações necessárias ao equacionamento de problemas concretos de gestão dos recursos, bem como preencher lacunas importantes para o conhecimento dos ecossistemas e das consequências dos diferentes tipos de intervenções antrópicas. A visão preservacionista e a pressão da sociedade, com vista a contornar os problemas como a degradação ambiental, é que passam a ser as mais usuais aplicações dos estudos de avaliação dos impactos ambientais, até mesmo por organismos e agentes financeiros que adotam essas medidas como condição para a liberação de empréstimos e construção de grandes obras.

Para Cendrero (2000), foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), ocorrida em 1992 na cidade do Rio de Janeiro, um marco decisivo para as reflexões acerca do desenvolvimento sustentável, pelo fato de que as atividades antrópicas sobre os sistemas naturais acarretaram mudanças importantes, que estavam afetando o funcionamento do planeta como um todo.

Essa conferência e reuniões posteriores realizadas pelos órgãos e entidades ambientalistas, conforme Cendrero (2000), assinalaram para a necessidade de superação da falta de informações de dados e do próprio conhecimento sobre o funcionamento, estado e tendências das mudanças acontecidas nos sistemas ambientais, sendo que tais conhecimentos são essenciais para a implementação de medidas corretivas, sobretudo preventivas, nos processos de degradação ambiental.

Diante do exposto, nota-se a implícita necessidade de reconhecimento dos diversos aspectos que estão em constante dinâmica nos sistemas ambientais para o seu planejamento.

> Em função de todos os problemas ambientais decorrentes das práticas econômicas predatórias que se tem marcado na história, e que obviamente têm implicações para a sociedade a médio e longo prazos face ao desperdício dos recursos naturais e a degradação generalizada com perda de qualidade ambiental e de vida, é que se torna cada vez mais urgente o Planejamento Físico Territorial não só com a perspectiva econômica-social mas também ambiental. Assim sendo, a preocupação dos planejadores, políticos e da sociedade como um todo ultrapassa os limites dos interesses meramente de desenvolvimento econômico e tecnológico. Devem preocupar-se com o desenvolvimento que leve em conta não só as potencialidades dos recursos, mas sobretudo as fragilidades dos ambientes naturais face às diferentes inserções dos homens na natureza (ROSS, 2000)

Dent e Young (1981) apud Gregory (1992) utilizavam o termo *avaliação ambiental* para designar os estudos integrados dos elementos que compõem a paisagem, tendo como objetivo relacionar as *exigências do uso dos solos X recursos potencialmente oferecidos pelo meio ambiente*. O entendimento do potencial das terras, para determinados tipos de uso, marcou considerável avanço na *avaliação ambiental* e, em termos de impactos ambientais, a preocupação com o futuro levou os pesquisadores a delimitarem suas análises em níveis de definições, quais sejam: *predição e planejamento*.

Objetivando prever possíveis impactos ambientais em função da potencialidade de uso das terras, Dent e Young (1981) apud Gregory (1992) destacam que a análise de predição servirá de base à classificação das implicações (negativas ou positivas) que poderão ocorrer nas áreas estudadas. Essa avaliação servirá de subsídio ao planejamento dos tipos de uso com base em avaliações preliminares dos impactos ou benefícios a que estará sujeita determinada área.

O debate ambiental e as resoluções alcançadas em sucessivas discussões no decorrer dos anos de 1990, caracterizaram um novo olhar e um (re)pensar da dinâmica sócio-ambiental. As análises dos diferentes níveis de degradação dos recursos naturais e as transformações sócio-culturais e tecnológicas que afetam a sociedade alimentam uma demanda de métodos que efetivamente auxiliam em maiores e melhores conhecimentos relacionados ao meio ambiente (BARBOSA, 1996). A autora exemplifica as mudanças do

pensamento e do novo "modelo" da dinâmica sócio-ambiental, sobretudo nas transformações ocorridas nesse sentido, mediante o debate: *questão ambiental X qualidade de vida*.

Rodrigues (1995) afirma que a sustentabilidade dos recursos naturais e a qualidade de vida das populações inseridas no processo produtivo passam pela conservação dos recursos e que isso se dá através do estabelecimento de medidas de proteção ambiental, ou seja, de um planejamento eficaz que garanta, para a dimensão sócio-ambiental, o uso adequado dos recursos.

Para a autora, o desenvolvimento sustentável garante a preservação dos recursos naturais em atividades que serão desenvolvidas em determinadas áreas. Para tanto propõe a criação de *Unidades de Conservação Ambiental*.

> (....) a interdependência entre conservação ambiental e desenvolvimento é estabelecida nas propostas de criação de Unidades de Conservação Ambiental. Áreas que são agrupadas segundo diferentes categorias de manejo (como parques, reservas e outras), integrando instituições científicas e administrativas e diferentes grupos sociais que devem interagir na sua consolidação (RODRIGUES, 1995)

O estabelecimento de *Unidades de Conservação Ambiental*, segundo Rodrigues (1995), não deverá acontecer pela simples delimitação física de áreas ou pelo isolamento da população que nela vive, bem como suprimindo as atividades ali existentes, mas o manejo e decisões que contemplam essas áreas e seus arredores, e que deverão acontecer na perspectiva do planejamento do uso a partir do seu completo diagnóstico, da promoção do crescimento econômico, da educação ambiental e do devido atendimento da legislação ambiental.

Brito & Câmara (1998) também concordam que a proteção dos componentes naturais das paisagens é de grande importância para a manutenção da qualidade de vida das presentes e futuras gerações. Para eles a promoção da conscientização ambiental visando o entendimento da importância dos recursos naturais (biomas e ecossistemas) é que determinará o incremento de procedimentos adequados à utilização desses recursos.

A orientação dos princípios que condicionam a sustentabilidade, nesse caso, partem da sistematização (entendimento) das informações sobre o meio a ser alterado, assim como servirá de subsídio para a avaliação dos meios já degradados.

> Os tempos são de prever o futuro para tornar o desenvolvimento sustentável uma perspectiva importantíssima para melhorar o grau de comprometimento com a questão ambiental, objetivando alcançar resultados positivos para o meio ambiente. Um dos instrumentos desses novos tempos é o planejamento a médio e longo prazos: prever e mudar paradigmas para assegurar a melhor qualidade ambiental e de vida da população (BRITO & CÂMARA, 1998).

Também para eles, o meio eficaz para proteção e conservação ambiental no Brasil está na criação de *Unidades de Proteção Ambiental*, que poderão assegurar a eliminação de problemas como fragmentação dos *habitats* e sobrevivência de espécies da fauna e flora.

> No Brasil, tem-se buscado estabelecer processos decisórios para assegurar a proteção e conservar a natureza, visando manter a diversidade biológica e minimizar a interferência humana e manutenção dos ecossistemas. Uma das estratégias encontradas pelas autoridades ambientais tem sido através da criação de Unidades de Conservação, estimulando-se o diálogo e a negociação para viabilizar a problemática das áreas naturais ainda representativas que necessitam ser preservadas e aumentar o conhecimento e desenvolver capacidade administrativa e tecnológica na solução de muitas questões ambientais nos vários biomas e ecossistemas brasileiros (BRITO & CÂMARA, 1998).

Uma outra abordagem de avaliação de meio ambiente, e que na atualidade vem constituindo-se como instrumento de política de manejo e planejamento, é o *estudo de impacto ambiental*.

Ross (1996) lembra que os *estudos de impactos ambientais* e *relatórios de impactos ambientais* (EIAs-RIMAs) são obrigatórios pela legislação brasileira para a execução de grandes obras de engenharia. Lembra ainda que foi na segunda metade da década de 1980 que se deu a regulamentação dos EIAs-RIMAs, assim como foram estabelecidos os critérios e normatizações para o licenciamento de implantação de grandes empreendimentos. Identificando e qualificando os impactos que poderão ocorrer em uma área, os EIAs-RIMAs estabelecem medidas mitigadoras de caráter técnico-científicas

que limitam os danos causados ao meio a ser ocupado. Há ainda outros instrumentos legais como o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (PNMH), que orienta os planos de manejo integrado das microbacias e toda legislação ambiental federal e estadual que determina usos possíveis.

Christofoletti (2000) afirma que o conhecimento dos *sistemas ambientais* ajuda a compreender suas reações em função dos impactos causados por projetos sócio-econômicos, além de balancear os pontos positivos e negativos em escalas de tempos que vão de curto a longo prazo, e que os EIAs-RIMAs são meios de constituir abordagem holística e integrativa para o planejamento ambiental.

Assim, não se trataria de realizar esses estudos apenas para a previsão e mitigação de impactos, mas também para áreas já impactadas negativamente pela falta de estudos e planejamento ambiental anteriores à apropriação e manejo das áreas, territórios, etc, o que se sabe, não aconteceu em diversos países.

Christofoletti (2000) destaca a modelagem de sistemas ambientais dentre as técnicas usadas para a elaboração de estudos sobre reações ocorrentes nos sistemas ambientais, ecológicos, econômicos e sociais.

> O uso de modelos é empregado para avaliar os efeitos que se desenvolvem em amplo espectro de fenômenos, tais como no tocante às mudanças no uso das terras, emissão de poluentes, mudanças climáticas, modificações nos canais fluviais, mudanças nas condições de estuários, erosão litorânea, uso de produtos químicos na agricultura, manejo de bacias hidrográficas e deposição ácida. O mesmo ocorre no setor da avaliação tecnológica e da avaliação social (CHRISTOFOLETTI, 2000)

Nesse caso o autor elenca etapas que estão presentes no processo de avaliação dos impactos:

- Delimitar a área a ser estudada e definir o problema;
- Identificar os efeitos ambientais mais prováveis;
- Predizer a magnitude dos impactos prováveis;

- Avaliar a significância dos impactos ambientais prováveis para cada alternativa de desenvolvimento;
- Comunicar os resultados da avaliação de impactos ambientais, incluindo recomendações sobre as melhores alternativas.

É patente e indiscutível que as abordagens acerca de planejamento ambiental levam em consideração a análise integral tanto de aspectos físicos como os sócio-econômicos do meio, mesmo porque, no ambiente, os atores sociais são também os usuários dos recursos naturais (RESENDE de SOUZA & FERNANDES, 2000). Dessa maneira, o diagnóstico dos sistemas ambientais, enquanto premissa e instrumento de planejamento, pode ser eficaz para o estabelecimento de metas, objetivos e ações necessárias à prevenção, à mitigação e à correção, pois permite a caracterização, tanto do meio físico quanto do sócio-econômico, e dos seus elementos e relações, bem como permite estabelecer, através de parâmetros obtidos através de análises correlativas, os graus de degradação ou agradação ambiental, com vista à regulação de seu uso.

> Embora os sistemas naturais e as formações sócio-econômicas sejam apreendidas segundo lógicas distintas, sua interação efetiva ocorre no território e seu reconhecimento, através de pesquisas e das representações gráficas e cartográficas, permite o estabelecimento e regulação do seu uso (DEL PRETTE, 1996).

É preciso ressaltar que a região objeto desse estudo foi ocupada sem qualquer planejamento e sob incentivos promovidos por políticas públicas do governo federal, que objetivaram a apropriação rápida das terras, sobretudo através do programa Polocentro, como relatado (BARBALHO, 2002).

A busca de melhorias nas condições ambientais na Alta Bacia do Rio Araguaia requer, portanto, a sistematização das informações diagnósticas já obtidas nos estudos anteriores, restando a caracterização dos seus sistemas ambientais e enfatizando os processos erosivos e suas consequências, que em função dos tipos de uso da terra, corroboram o entendimento, não só do funcionamento do meio, como também podem oferecer o subsídio imprescindível para indicar as formas de uso mais apropriadas, numa

perspectiva de prevenção e correção dos impactos negativos já constatados (BARBALHO, 2002, dentre outros). Requer, ainda, a predição, que no caso corresponderia a uma carta de risco à erosão linear que possa servir de base para a tomada de decisões e ações decorrentes de planejamento, já que este fenômeno foi a resposta e ao mesmo tempo o indicador do desequilíbrio ambiental, apesar do crescimento econômico verificado no período.

Nesse caso, um planejamento adequado para a área em questão necessita do entendimento relativo a como são e estão os sistemas ambientais dessa área, em termos de caracterização física e contextualização sócio-econômica, seus funcionamentos e riscos frente às suas características, para, por fim, obter-se os subsídios necessários ao direcionamento das suas reais potencialidades frente à análise correlativa e integrada das informações existentes, que culminarão em sua planificação (RIOS *et. al.*, 1995).

Ross *et. al.* (1995), Cayssials *et. al.* (1995) e Resende de Souza & Fernandes (2000) também enfocam da mesma maneira os procedimentos para planificação territorial, que quando agrupadas poderiam corresponder aos seguintes níveis de análise geográfica, como havia proposto Libault (1971):

- Compilatório: envolve fase de levantamento e seleção de informações sobre o meio físico e sócio-econômico, tendo em vista os objetivos de investigação;
- Correlatório: nível em que se desenvolve as atividades de inter-relação técnico-científica das observações obtidas na fase anterior (síntese de documentos). Nesse nível de análise, são produzidos documentos que vão identificando a área sob os aspectos inerentes aos objetivos da pesquisa;
- Semântico/interpretativo: uma espécie de “radiografia” do estado de arte da área estudada. Permite visualizar as áreas em seus níveis de agradação ou degradação, permitindo assim estabelecer os diagnósticos necessários;
- Normalização: nessa última fase, pode-se então estabelecer diretrizes e normas gerais de uso e ocupação das terras, sempre levando-se em consideração os objetivos do trabalho. Essas diretrizes serão possíveis de ser estabelecidas somente a partir da fase anterior (interpretativa).

Em termos de produtos esperados dessa avaliação diagnóstica com fins ao manejo e planejamento do alto curso do Rio Araguaia, as *Cartas de Risco à Erosão Linear* deverão ter, em suas sínteses, a avaliação do cenário atual, situação essa que resulta das análises dos tipos e graus de risco identificados, devendo ser acompanhado no trabalho em forma de produto cartográfico acompanhado de memoriais explicativos, das causas dessa situação atual e, consequentemente, das suas tendências.

Por fim, pode-se observar que a visão integrada dos sistemas ambientais faz parte dos pressupostos teórico-metodológicos das diferentes abordagens em planejamento e gestão ambiental, e que se faz necessário seguir essa linha para a entendimento dos recursos ambientais, seja para a sua classificação, organização, recuperação ou monitoramento, corroborando o entendimento das interações de todos os componentes no espaço territorial e, para tanto, deve-se recorrer ao entendimento das diferentes formas de análise dos sistemas ambientais que, como se verá a seguir, é disponibilizada por variados estudos e autores, contemplando claramente as bases para elaboração dessa pesquisa.

2.3 – A CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS

Os sistemas ambientais, enquanto espacialidades organizadas e materializadas na superfície terrestre, para serem estudados, necessitam ser delimitados a partir de suas características, ou seja, de sua estruturação e funcionamento a partir da homogeneidade produzida pelo conjunto de seus elementos e atributos, que os diferenciam dos vizinhos, e onde devem ser identificadas as causas de suas transformações de modo a permitir tanto o diagnóstico como o prognóstico no tempo e no espaço. No caso da multiplicidade das características da superfície terrestre, a delimitação dos sistemas é um ato de abstração que, segundo já assinalava Campbell (1958) apud Christofoletti (2000), dependerá da formação intelectual e da percepção ambiental do pesquisador. O ato de abstrair implicará, então, na capacidade deste em reconhecer os elementos componentes e relações existentes entre

eles, no espaço e no tempo, necessitando estes de recortes claramente definidos.

Diante da multiplicidade das características e fenômenos observáveis na superfície terrestre e dos procedimentos teóricos e metodológicos para a sua caracterização, torna-se necessário repassar pelas diferentes abordagens utilizadas na Geografia, no que se refere à análise ambiental, mais precisamente dos sistemas ambientais, bem como estabelecer o próprio posicionamento diante da abordagem a ser utilizada na presente pesquisa.

> (...) em condições normais deve-se estudar, não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas divisões mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões, etc (SOTCHAVA, 1977).

A necessidade de uma análise geográfica objetivando o estudo dessas espacialidades organizadas e materializadas fez com que Sotchava (1977) introduzisse o termo *Geossistema* na literatura soviética, no intuito de estabelecer padrões tipológicos para os fenômenos geográficos. O *geossistema*, para o autor, é uma classe peculiar de sistemas naturais, dinâmicos, abertos e hierarquicamente organizados, que podem ser influenciados pelos fatores econômicos e sociais. Para ele a integração dos componentes ambientais ocorre no espaço dinamicamente em escalas planetária, regional e topológica, caracterizando-se pelos condicionantes naturais do ambiente, tais como as lito-estruturas, o relevo, o clima, as águas subsuperficiais e superficiais, os solos e as comunidades vegetais e animais.

Bertrand (1972), que também tratou de *geossistemas* em suas análises, diferenciou sua teoria daquela pioneiramente proposta por Sotchava na década de 1960. Tratando-o enquanto unidade ou nível taxionômico na diferenciação da paisagem, a classificação a qual se enquadram os *geossistemas* é composta por níveis têmporo-espaciais maiores e menores que estes. Traduzem as descontinuidades, bem como as combinações e relações entre os elementos de cada táxon delimitado. Em ordem decrescente de organização das espacialidades ele distingue três táxons maiores (Zona, Domínio e Região

Natural) e outros três menores (Geossistema, Geofácies e Geótopo), definindo o *geossistema* como:

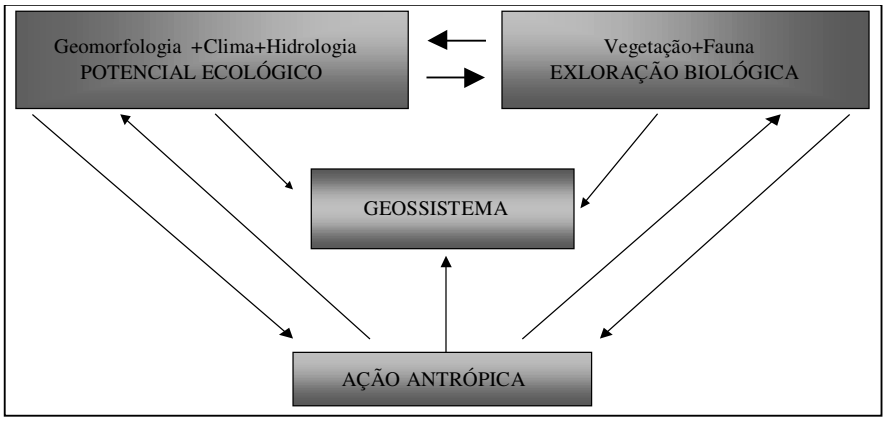
> (...) situado numa determinada porção do espaço, sendo resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução... (BERTRAND, 1972).

Nos níveis hierárquicos superiores, a *Zona* apresenta as megaestruturas definidas por climas e respectivamente os grandes biomas do planeta; o *Domínio* resulta da correlação de relevos e climas que permitem reagrupamentos diferentes dentro de uma z*ona*; e as *Regiões Naturais* que são aquelas onde estão os conjuntos físicos ou climáticos, em escala regional, que se distinguem no interior dos *domínios*. O *geossistema*, que tem uma ordem de grandeza de algumas dezenas a algumas centenas de Km², corresponde a diferenciações no interior das *regiões naturai*s e que são passíveis da observação humana, através da paisagem ou do visível. O *geossistema* pode, por sua escala têmporo-espacial, ser considerado como unidade de paisagem no sentido de percepção imediata pelos seres humanos.

Nos níveis hierárquicos inferiores, os *Geofácies* são setores fisionomicamente homogêneos que exprimem uma dada fase da evolução geral do *geossistema*. Apresenta uma dimensão da ordem de algumas centenas de metros quadrados. Os *Geótopos* são as menores unidades geográficas homogêneas observadas no terreno, constituindo um complexo biótopo-biocenose da ordem do metro quadrado ou mesmo decímetro quadrado.

O *geossistema* representa, portanto, uma unidade que se mostra segundo um *complexo geográfico e uma dinâmica de conjunto* (BERTRAND, 1972). É nele que acontecem os maiores fenômenos de interação entre os elementos da paisagem, tanto dos elementos do meio físico como do meio antrópico, evoluindo a partir de combinações dialéticas, sendo essas muito importantes aos geógrafos, pois ali podemos notar os fatores dos processos de "construção" e de "destruição" agindo ou interagindo permanentemente.

Os fatores que compõem o *geossistema*, segundo aquele autor, são: *Potencial Ecológico*, de caráter geomorfológico (natureza das rochas e dos mantos superficiais, declividade, dinâmica das vertentes), climático (precipitações, temperaturas, balanço hídrico), hidrológico (profundidades e flutuações do lençol freático, afloramento e nascentes) e pedológico (texturas, nutrientes, pH); *Exploração Biológica* (vegetação, fauna); e, finalmente, a *Ação Antrópica* (Quadro 08).



Quadro 08 – Fluxograma dos componentes dos Geossistemas e suas relações.
Fonte: Bertrand (1972).

Dessa forma, o *geossistema*, mesmo sendo um sistema natural, não relega o ser humano a uma figuração passiva em sua dinâmica. Como parte integrante na natureza, ele torna-se também agente modificador, ou ator, afetando diretamente o ambiente, e, por conseguinte, também os *geossistemas*.

Conceitualmente há uma diferenciação entre o conceito de *geossistema* de Sotchava (1972) e aquele de Bertrand (1972). Segundo Monteiro (2000), isso decorre dos tipos de classificação de cada um, sobretudo pela dimensão de áreas em que os dois autores aplicavam suas teorias, sendo Sotchava nas planícies siberianas e Bertrand nos Pirineus.

Pelo que foi exposto, *geossistema*, para Bertrand (1972), é um conjunto único e indissociável, em contínua evolução, onde o fator antrópico é elemento integrante, portanto, diretamente fazendo parte do enunciado e do

objeto. Também, como fator diferencial no conceito, o caráter taxionômico proposto por ele leva em consideração a escala têmporo-espacial.

Já Sotchava (1972), considera os *geossistemas* como "fenômenos naturais" que podem ser estudados à luz de fatores sócio-econômicos, ou seja, que de alguma maneira influenciam sua estrutura, mas que não fazem parte enquanto elementos integrantes e de caracterização dos mesmos.

Pelo exposto, o conceito de *geossistemas* serve antes de tudo para a identificação de unidades espaciais produzidas pela interação de seus componentes, sendo significativo também para a explicação de suas características.

Também respaldada na teoria geral dos sistemas, a abordagem proposta por Tricart (1977) traz uma metodologia para classificação de unidades ambientais com base em estudos da *Morfodinâmica*, que corresponde à dinâmica do meio ambiente dos ecossistemas, entendidos como *Ecótopos*, que o autor denominou de *Ecodinâmica*. Para ele, essa dinâmica é tão importante para a conservação e desenvolvimento dos recursos ecológicos quanto a própria dinâmica das *Biocenoses* (que correspondem ao conjunto de seres vivos de um ecossistema). Percebe-se que a abordagem sistêmica, enfocando relações mútuas entre componentes dos *Ecótopos*, também está presente no conceito de ecodinâmica, pois que este trata de diversos componentes e os seus fluxos de energia-matéria no ambiente.

Uma contribuição importante dessa abordagem é que além da delimitação das unidades em si, ela permite ressaltar a dinâmica dos meios. Nesse aspecto ela parte da identificação de *unidades ecodinâmicas*, que ocorrem em função da morfodinâmica. É na relação de função dos processos atuais (o balanço morfogênese/pedogênese) que o sistema de avaliação dos graus de equilíbrio/desequilíbrio da paisagem se traduz na classificação taxionômica de Tricart, a qual foi proposta em três níveis: *meios estáveis, intergrades* (intermediários) e *fortemente instáveis*.

Nos ambientes *estáveis* a evolução do modelado é lenta, pouco perceptível, sendo que os processos mecânicos atuam de forma moderada. A predominância da pedogênese é favorecida pela cobertura vegetal, atuando como uma barreira aos processos de morfogênese. A dissecação moderada do relevo, com vertentes de lenta evolução, também são características desses meios.

Os ambientes *intergrades* (intermediários) representam áreas de transição entre os meios *estáveis* e *instáveis*, ou vice-versa, exercendo-se de maneira igualitária, em um mesmo espaço, as interferências morfogênese-pedogênese.

Nos ambientes *fortemente instáveis*, a morfogênese é elemento predominante, fazendo com que as instabilidades possam estar correlacionadas à dinâmica combinada com os processos. Uma cobertura vegetal, por exemplo, poderá intervir nas condições climáticas e intervenções humanas, as quais por sua vez, podem acelerar de maneira brusca a morfodinâmica em uma determinada área, e assim por diante.

Outros autores, como Ross *et. al.* (1995) utilizaram para a análise ou diagnósticos/prognósticos ambientais uma abordagem que considera a forma de identificação das paisagens como zonas ecológico-econômicas, levando-se em conta critérios de divisão lógica ou por agrupamentos segundo os pressupostos e procedimentos metodológicos baseados na concepção dos *land-systems* (sistemas de terras).

Os *land systems*, para Zonneveld (1989) apud Rougerie & Beroutchvili (1991), caracterizam-se como entidades holísticas, perceptíveis no espaço geográfico pelos padrões fisionômicos resultantes de diferentes elementos que os compõem e influenciam um ao outro, conhecidas como *Landscape Units* (unidades de paisagens), que são reconhecidas através dos produtos temáticos (em geral cartográficos ou de sensoriamento remoto) de análise e síntese.

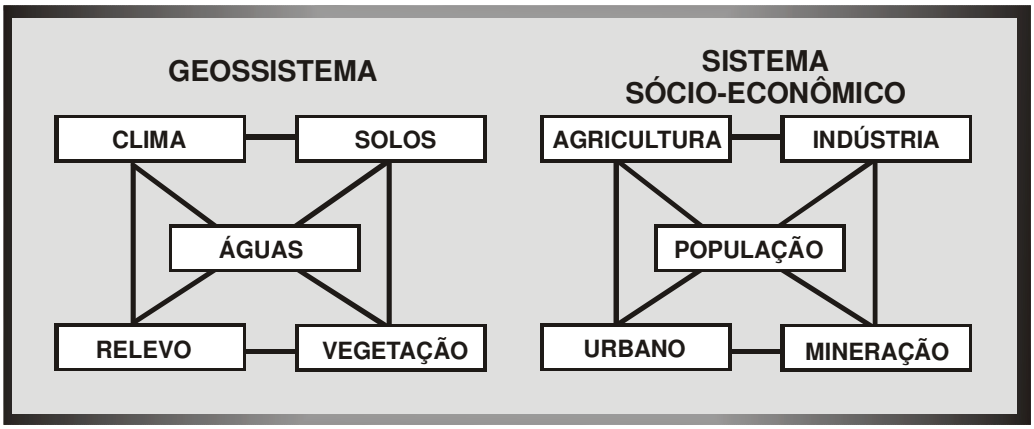
A concepção de *land systems* evidencia que a sistematização dos vários elementos analisados no ambiente consideram a paisagem como um sistema, representando uma estruturação hierarquizada do todo. As classificações são realizadas no nível topológico e corológico.

No nível topológico, os fluxos de energia e as relações entre os elementos são combinações que compõem as *Landscape Units* (unidades de paisagens). Já as relações entre as *Landscape Units* se formam nos seguintes níveis hierárquicos corológicos:

- *Land Unit* - É a unidade de terra (holística). Caracteriza a homogeneidade em um dos atributos da terra na geosfera (atmosfera, vegetação, solos, relevo, rocha, água, dentre outros) e pouca variação nos outros atributos;
- *Land Facet* - É a combinação de *land units*. Forma padrões de relações espaciais em que as propriedades de um desses atributos estejam ligados;
- *Land System* - Combinação das *land facets* que formam uma unidade de mapeamento.
- *Main Landscape* - É a combinação das *land systems* em uma região geográfica;

Numa abordagem recente, Christofoletti (2000) faz a diferenciação entre elementos componentes do meio, sendo eles físicos e sócio-econômicos, ambos possuindo expressão espacial na superfície terrestre e se materializando, o que ele denomina de *sistemas ambientais*, os quais para esse autor possuem uma configuração expressa na superfície terrestre e as características dos elementos que os compõem apresentam espacialidades próprias e variabilidades na organização espacial que os contêm.

Para o autor, a Geografia, enquanto investigadora das organizações espaciais, tem na perspectiva sistêmica a influência de dois componentes básicos fazendo parte de sua estruturação e funcionamento. Esses sistemas espaciais (Quadro 09) representam-se pelos elementos do *Sistema Ambiental Físico* e pelas do *Sistema Sócio-Econômico*.



Quadro 09 – Fluxograma dos Sistemas Ambientais.
Fonte: Christofoletti (2000).

Os sistemas ambientais físicos, denominados por ele de *Geossistemas* diferem daqueles propostos tanto por Sotchava (1977) como por Bertrand (1972). Os *geossistemas*, para o autor, constituem apenas os sistemas ambientais físicos.

> (...) Os Sistemas Ambientais Físicos representam a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes físicos da natureza (clima, topografia, rochas, águas, vegetação, animais, solos) possuindo expressão espacial na superfície terrestre e representando uma organização (sistema) composta por elementos, funcionando através de fluxos de energia e matéria, dominante numa interação areal (....) (CHRISTOFOLETTI, 2000).

Sendo assim, o sistema ambiental sócio-econômico, ou simplesmente sistema sócio-econômico, que ao longo do tempo histórico vem modificando a superfície terrestre, também tem seus parâmetros edificadores, assim como nos sistemas ambientais físicos

> Ao lado do elementos ambientais físicos (analiticamente focalizados pela Meteorologia, Climatologia, Hidrologia, Biogeografia, Geomorfologia, Tectônica, Geodinâmica, etc.) enquadram-se também os efeitos ocasionados pelas atividades humanas (urbanização, industrialização, exploração mineral, usos agrícolas do solo, construção de vias de transporte, etc.) (....) (CHRISTOFOLETTI, 2000).

É na conjugação possível entre os sistemas ambientais físicos e sócio-econômicos, logo nos *sistemas ambientais* em si, que se pode encontrar parte significativa de formas do território e de explicação para o estado de equilíbrio ou desequilíbrio em que se encontram.

Como o autor faz a equivalência do *sistema ambiental físico* com o *geossistema*, excluindo deste a sócio-economia, a sua base conceitual estaria mais próxima de Sotchava (1977) do que de Bertrand (1972). Do mesmo modo, o sistema ambiental em si poderia ser equivalente ao *geossitema* de Bertrand.

Pode-se então perceber que, em comum, os autores aqui abordados, para a caracterização das unidades ambientais, sejam elas geossistema, paisagem, sistema ambiental, land system ou unidade ecodinâmica, ressaltam a necessidade do entendimento das suas organizações espaciais, do ponto de vista de estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos que os constituem, de tal forma que possam permitir uma avaliação do seu estado atual, suas potencialidades e suas relações com as atividades de uso e manejo, para que possam se constituir em unidades de planejamento.

O caráter taxionômico que as abordagens revisadas apresentam estabelecem escalas de grandezas para a delimitação dos sistemas ambientais ou equivalentes, inclusive sugerindo classificações, ora de cunho ecológico, ora biogeográfico, que fazem com que se observe, às vezes, as distâncias e as similaridades dos procedimentos teóricos. Assim, como exposto, um *Land System* podem ser, grosso modo, equivalente a um *Geossistema* ou *Sistema Ambiental Físico* ou ainda a uma *Unidade Ecodinâmica*.

Mas de certo modo, pode-se considerar que as unidades ambientais estruturalmente seriam *geossistemas*, fisionomicamente seriam paisagens e funcionalmente *land systens*, cujo estado ou comportamento pode corresponder a uma *unidade ecodinâmica*.

Barbalho (2002) identificou, na parte sul da Alta Bacia do Rio Araguaia, oito diferentes *Compartimentos Morfopedológicos* como subsídio para melhor compreender a distribuição e os condicionantes dos processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) e suas relações com a capacidade de uso das terras. Para tanto, a autora utilizou-se da metodologia de Tricart & Kilian (1982) apud Salomão (1994) e Castro & Salomão (2000). Partindo do

princípio de que a interpretação do conjunto de características naturais do ambiente (substrato, relevo e solo) condiciona as suscetibilidades diferentes aos processos erosivos, identificou unidades ambientais homogêneas não só fisionomicamente, mas também quanto às suscetibilidades erosivas e funcionamento atual, que poderiam ser facilmente entendidas como sistemas ambientais, que, embora dinâmicos, são abertos e, portanto, interagem entre si, estabelecendo relações de fluxos de energia e matéria, no contexto da alta bacia. Essas unidades de paisagem seriam equivalentes àquelas que propôs Christofoletti (2000), como sendo os *geossistemas* (sistemas ambientais físicos), ou seja, mais próximas conceitualmente da proposta de Sotchava (1972). Entretanto, como as relações com o uso das terras revelou convergência com essa delimitação, pode-se dizer que poderiam ser sistemas ambientais, tal como proposto por Christofoletti (2002).

Com base em Salomão (1999), que apresentou metodologia para caracterização de áreas suscetíveis aos processos erosivos lineares, optou-se na presente pesquisa por denominar de *sistemas ambientais físicos* as unidades de paisagem homogêneas que encontradas em função de sua suscetibilidade natural mediante as relações de fluxos de energia e matéria que estabelecem a dinâmica dos processos erosivos lineares e que, por fim, serviram de base, junto a outros elementos analisados, sobretudo uso atual das terras, para elaboração da carta de risco è erosão linear, caracterizando, assim, as unidades ambientais de planejamento para área de pesquisa, as quais podem ser entendidas assim como sistemas ambientais ao incluírem o uso. O Fato de se propor unidades ambientais advém do fato de que a sócio-economia não foi exaustivamente estudada.

Porém, como se observa na parte sul da Alta Bacia do Rio Araguaia, o processo apropriativo das terras, sobretudo para exploração agropecuária intensiva, a partir de desmatamento indiscriminado e falta de práticas conservacionistas, trouxe consigo impactos e transformações ambientais que precisam ser analisadas, levando-se em consideração as características intrínsecas de suas potencialidades com fins de planejamento do uso, materializados através do uso das terras que imprime funcionamento e

fisionomia próprias. Tais usos, aplicados genericamente aos compartimentos morfopedológicos diferentes identificados por Barbalho (2002), resultaram em graus de criticidade do fenômeno erosivo distinguidos, ainda que a maioria deles tenha muitas características comuns. Assim, o uso superimposto gerou diferenciadas respostas (BARBALHO, 2002).

Entretanto, tendo os *geossistemas* uma grandeza territorial, a sua delimitação e avaliação diagnóstica torna-se necessária, sendo que o estudo de sua morfologia e de seu funcionamento (não só do sistema como um todo, mas de suas relações internas, já que são sistemas abertos que, consequentemente, possuem relacionamentos com o *continuum* evolutivo), contemplam a avaliação da potencialidade, das atividades de uso, enfim, a seu manejo e planejamento em função do risco à erosão linear. Nesse sentido os compartimentos morfopedológicos equivalem por um lado aos sistemas ambientais físicos (geossistemas de Sotchava) e, por outro lado, embora em menor detalhamento, aos sistemas ambientais de Christofoletti (2002).

Já o risco à erosão linear, que permite a diferenciação de respostas de partes específicas dos terrenos e que trata do comportamento e funcionamento sujeitos aos sinistros, corresponde a um detalhamento em que variáveis mais específicas podem não coincidir exatamente com os limites dos compartimentos delimitados. Para superar esse problema, optou-se por correlacionar e discutir em texto cada uma das áreas de risco delimitadas no interior das unidades, conjugando-lhe a tendência ecodinâmica dominante quanto ao grau de estabilidade, na perspectiva de uma cartografia geotécnica.

Como instrumento de planejamento de áreas rurais e urbanas, os geógrafos recorrem às técnicas próprias ou adaptadas de disciplinas afins. Como exemplo, pode-se recorrer à aplicação das técnicas da *Cartografia Geotécnica* que, segundo Zuquette (1987), auxiliam na definição e fiscalização da ocupação territorial, fornecendo as informações pertinentes ao ambiente, desde suas características físicas, até aos condicionantes de riscos ambientais, como será melhor explicado a seguir.

2.4 – CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO

Os constantes problemas ambientais ocorridos, não só em áreas urbanas, como também em áreas rurais e na área de estudo desta pesquisa, tais como os intensos processos erosivos, assoreamento de canais de drenagens, perda de solos agricultáveis, etc., expõem, como já foi dito anteriormente, a real necessidade de planificação e conhecimento das características dos terrenos ocupados e do seu comportamento frente ao uso permanente e às modificações na paisagem.

Destaca-se, nesse caso, o meio físico como componente ambiental primário (e primeiro) que sintetiza o ambiente apropriado e em modificação, isto é, o sistema ambiental que reflete as manifestações das relações de interação, expressando mudanças significativas que, quando não são bem avaliadas e entendidas, poderão comprometer gravemente os recursos ali existentes, em especial os solos, relevo e águas, devido aos usos e manejos inadequados.

Diante da necessidade de conhecimentos específicos que exigem os sistemas ambientais que vem passando por processos de mudanças, Castro & Salomão (2000) lembram as dificuldades enfrentadas nos estudos das respostas do meio físico à ocupação, por formas inadequadas. Consideram que há insuficiência ou mesmo inexistência de bases cartográficas referentes aos aspectos do meio físico em escalas de detalhe, como requerem os planos de uso, manejo e ocupação das terras em geral. Ainda segundo esses autores, as pesquisas exigem uma integração dos procedimentos metodológicos das disciplinas que desenvolvem estudos referentes ao meio físico (geologia, geomorfologia e pedologia), pois assim a elaboração de bases cartográficas levam ao conhecimento não só de cada elemento analisado, mas permitem a elaboração de cartas-síntese com as unidades ambientais delimitadas, ajudando no diagnóstico do meio físico, face à degradação ambiental potencial ou efetiva, na medida em que cruzadas com cartas de focos de degradação permitem compreender rapidamente a distribuição destes em relação a cada unidade e seus componentes.

A planificação territorial com fins de (re)ordenamento dos usos dos recursos naturais e dos seus manejos encontra um grande aliado na *Cartografia Geotécnica*, que aplicada ao enfrentamento de possíveis problemas de uso e ocupação das terras, constitui uma tecnologia de apoios aos estudos dessa natureza (PRANDINI *et. al.*, 1995).

Para Prandini *et. al.*(1995) e Zuquette & Nakazawa (1998), as *Cartas Geotécnicas* servem como subsídios tanto para a construção civil (obras civis), bem como para o planejamento territorial e ambiental (desenvolvimento e conservação do meio ambiente). Para eles, essas cartas contemplam o conhecimento acerca de limitações e potencialidades dos terrenos, contribuindo para o estabelecimento de diretrizes de ocupação em função do uso das terras.

De acordo com Zuquette (1993) apud Zuquette & Nakazawa (1998), que abordaram alguns conceitos e metodologias, as *cartas geotécnicas* são o produto de um processo que tem por finalidade

> (...) levantar, caracterizar, classificar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico, sejam geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos e outros. Tais informações deverão ser produzidas de maneira tal que possam ser utilizadas para fins de engenharia, planejamento, agronomia, saneamento, avaliações ambientais e outros (ZUQUETTE & NAKAZAWA, 1998).

Os mesmo autores reafirmam que 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 ou unidades geotécnicas, cada qual com orientações técnicas, preventivas e corretivas dos problemas característicos, previamente identificados... (ZUQUETTE & NAKAZAWA, 1998).

Para Nóbrega *et. al.* (1992), as *cartas geotécnicas* também servem como subsídios ao planejamento, e as definem como sendo

> (...) documentos cartográficos que procuram fornecer informações quanto a estabilidade dos terrenos, qualidade e aptidão mecânica dos materiais, localização e proteção da águas, existência de riscos

> naturais tais como inundações, erosão em geral, etc. (NÓBREGA *et. al.*, 1992)

Zuquette & Nakazawa (1998) lembram que as *cartas geotécnicas* estão subdivididas em categorias, que podem atender objetivos específicos, servindo como base para estudos de detalhe de determinadas áreas e sugerem as seguintes denominações:

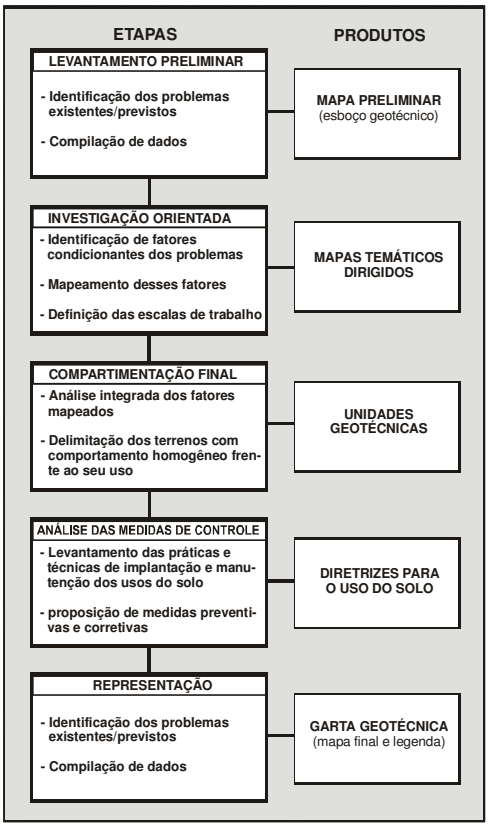
- Cartas geotécnicas propriamente ditas: quando expõem limitações e potencialidades dos terrenos e definem diretrizes de ocupação para um ou vários tipos de uso do solo;
- Cartas de suscetibilidade: quando apresentam gradações de probabilidades de desencadeamento de um ou mais fenômenos naturais ou induzidos pela ocupação;
- Carta de risco: quando pondera a avaliação de dano potencial à ocupação, ante uma ou várias características ou fenômenos naturais ou induzidos pela ocupação;
- Cartas de atributos ou parâmetros: quando se limitam a apresentar a distribuição espacial de uma ou mais características (geotécnicas, geológicas, etc.) do terreno.

Apesar de sua difícil apresentação gráfica, haja visto a grande quantidade de informações, as propostas metodológicas para a elaboração das *cartas geotécnicas* abrangem diversos parâmetros, necessitando a sintetização dessa variância de dados em forma de cartas temáticas e de síntese que sirvam como base de dados, assim como foi feito por Barbalho (2002), que confeccionou cartas temáticas e de sínteses para a Alta Bacia do Rio Araguaia, e que também foram amplamente utilizadas nas pesquisas que abrangem essa região de estudo.

Zuquette & Nakazawa (1998) fizeram um histórico relativo tanto ao uso e quanto às metodologias aplicadas à *cartas geotécnicas*. Esses autores lembraram que desde o final do século XIX diversos procedimentos e técnicas foram apresentadas e aplicadas até a consolidação dos mapeamentos geotécnicos, o que ocorreu mais recentemente, entre aos anos de 1940 e 1950.

Como fruto desse desenvolvimento, diversas metodologias, estrangeiras e brasileiras, em sua maioria levaram e levam ainda em conta a análise das condições geológicas, geomorfológicas e geotécnicas dos terrenos, com o fim de confeccionar as cartas de aptidão a diversos objetivos, como por exemplo: construção de vias de transporte, saneamento, grandes obras civis, etc.

Prandini *et. al.* (1995) analisaram metodologias de cartografia geotécnica e agruparam, em seu artigo, os resultados obtidos em pesquisas realizadas pelo IPT-SP desde a década de 1970 moldando a metodologia final proposta para a cartografia geotécnica. As situações particulares de problemas ambientais físicos, em sua grande parte ocorridas em sítios urbanos, fizeram com que as *cartas geotécnicas* objetivassem o gerenciamento dos diferentes tipos de uso das terras através do caráter preventivo da interação *meio físico X ocupação*. O Quadro 10 mostra de forma esquemática a proposta metodológica realizada pelo IPT-SP, e que foi apresentada por esses autores.



Quadro 10 – Fluxograma da metodologia do IPT-SP para elaboração de carta geotécnica.
Fonte: Prandini *et. al.*(1995).

Pode-se supor que as unidades geotécnicas correspondem aos geossistemas, às unidades ecodinâmicas e também aos sistemas ambientais, já que são espacialmente delimitáveis por sua morfologia e seus comportamentos homogêneos.

Os constantes e crescentes problemas ambientais verificados na Alta Bacia do Rio Araguaia e que estão a exigir uma readequação ou reordenamento do uso e manejo das suas terras, como concluíram os diagnósticos, poderão encontrar numa carta de risco à erosão linear, a indicação das principais restrições ao uso, manejo e ocupação das terras.

Ogura (1995) lembra que a análise de riscos geológicos[4] propõe a quantificação/qualificação das informações, que são estritamente relevantes quando é desejável planificar territorialmente uma determinada área. Para ele, os tipos de riscos fazem parte de um amplo conjunto, sendo que no topo dessa classificação estão os acidentes ambientais que por sua vez subdividem-se em riscos de origem natural e tecnológicas. Cerri & Amaral (1998) trazem ainda uma terceira subdivisão, denominada de riscos sociais. Os riscos geológicos, na classificação de Ogura (1995) e Cerri & Amaral (1998), derivam dos riscos ambientais naturais, e por conseguinte são divididos em dois tipos, endógenos (terremotos, atividades vulcânicas, "tsunamis", etc) e exógenos (escorregamentos e processos correlatos, erosão/assoreamento, subsidências e colapsos de solo, etc.).

Assim, as unidades de diferentes *Graus de Risco* ou *Zonas de Risco*, segundo Ogura (1995), se traduzem em áreas com possibilidades de ocorrência de eventos perigosos (no caso da área de pesquisa, de ocorrência dos processos erosivos lineares), que produzem efeitos indesejados ao meio ambiente e aos seus habitantes, e são exemplos clássicos de como essas metodologias tem servido de instrumentos para disciplinar o uso das terras.

[4]Segundo Zuquette (1987) & Cerri (1993), o termo *risco*, para o senso comum, corresponde a uma situação de ocorrência ou probabilidade de ocorrência de um acidente qualquer, que, consequentemente, em função de uma força maior, trará danos sociais e/ou econômicos. Quando algum tipo de processo está presente nos tipo e/ou graus de *riscos*, o conceito entra então para os tipo de risco geológico/geomorfológico, etc. Nesta pesquisa utiliza-se o termo *risco* quando induzido por algum tipo de processo, como por exemplo a erosão linear.

Cerri & Amaral (1998) catalogam os processos geológicos causadores de riscos mais frequentes no país, analisando as principais características desses processos, como se pode verificar na tabela abaixo, adaptada destes autores:

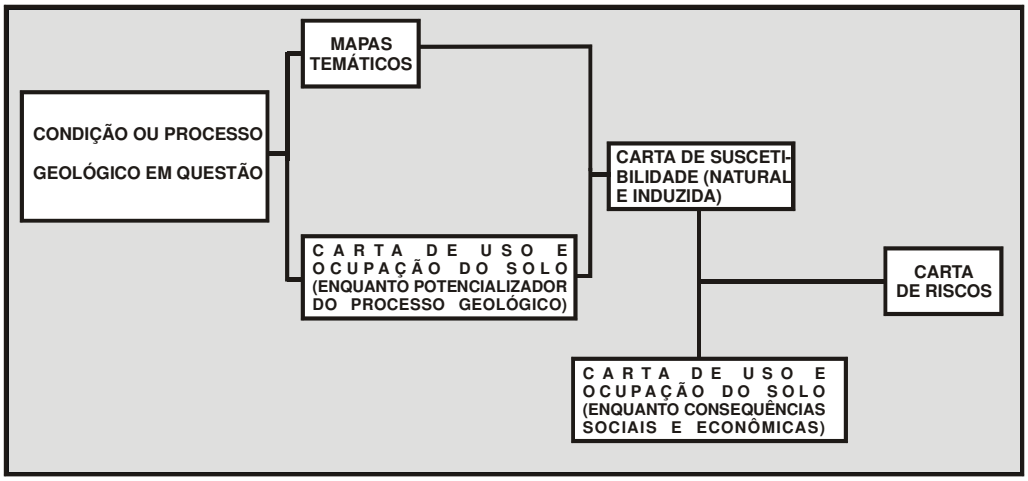
	PRINCIPAIS CONDIÇÕES PREDISPONENTES	EXEMPLOS DE INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS DESENCADEADORAS
Erosão hídrica	Solos arenosos e siltosos pouco coesivos; Inclinações acentuadas dos terrenos; Concentração do escoamento d'água de superfície e subsuperfície (piping); Chuvas intensas e mal distribuídas no espaço e no tempo.	Eliminação da cobertura vegetal; Lançamento concentrado e não dissipado de águas servidas e de chuvas; Cortes e aterros não protegidos; Construção de vias, caminhos e trilhas que concentram o escoamento.

	ALGUMAS FEIÇÕES DE CAMPO INDICATIVAS	EXEMPLOS DE DANOS POSSÍVEIS
Erosão hídrica	Áreas de solo nu; Solos sem horizontes superficiais; Feições erosivas lineares (sulcos, ravinas, voçorocas); Depósitos de sedimentos à meia encosta; assoreamento de fundo de vales.	Quedas de moradias; Destruição de ruas e equipamentos urbanos; Perda de solo agricultável; Soterramento de estradas e de plantações em várzeas; impactos diversos nos recursos hídricos.

Quadro 11: Processos geológicos causadores de risco mais frequentes no Brasil.
Fonte: Cerri & Amaral (1998).

O conhecimento dos processos e a correlação dos fatores que os fazem funcionar, desde a identificação da natureza destes processos (OGURA, 1995), possibilitam a análise do risco, e que são diretamente influenciados pelos fatores que condicionam os sistemas ambientais. Nota-se, assim, uma estreita ligação entre os estudos de riscos ambientais, no caso particular da Alta Bacia do Rio Araguaia o risco à erosão, com o conhecimento dos sistemas ambientais.

Cerri (1993), ao propor um roteiro metodológico para elaboração de cartas de riscos geológicos (Quadro 12), mostra a necessidade do conhecimento dos sistemas ambientais na elaboração desses produtos cartográficos, sobretudo quanto à necessidade do conhecimento dos ambientes e seus processos facultativos causadores de risco. Percebe-se, nesse roteiro, também, a integração entre os componentes do meio físico e do meio sócio-econômico.



Quadro 12: Fluxograma do roteiro metodológico para elaboração de cartas de riscos geológicos.
Fonte: Ogura (1993)

Conforme se observa, nesse fluxograma, o desenvolvimento da cartografia de risco geológico passa então pela identificação dos riscos, seguido da sua análise. Segundo Cerri & Amaral (1998), a etapa de identificação dos riscos geológicos envolve a *definição, caracterização, identificação dos condicionantes, agentes deflagradores e da área de influência dos processos geológicos*, enquanto que a fase de análise dos riscos geológicos compreende a qualificação desses riscos, dando destaque *à priorização de medidas necessárias à eliminação do risco*.

Adequando aos objetivos dessa pesquisa, a etapa de identificação dos riscos geológicos relaciona-se ao entendimento da *Suscetibilidade à Erosão Linear* que apresenta a Alta Bacia do Rio Araguaia, enquanto que a análise dos riscos compreendem a identificação dos diferentes comportamentos dos sistemas ambientais frente aos graus *de Risco à Erosão Linear*. Com isso, cada zona/categoria de risco conduz às devidas recomendações/orientações técnicas descrevendo as suas características, além de considerar as bases legislativas ambientais que, conjuntamente, servirão de base ao seu planejamento.

Canil (2000), ao analisar os processos erosivos e planejamento urbano nas áreas urbana e periurbana de Franca - SP, utilizou-se do termo *suscetibilidade à erosão*, que para ela *corresponde à possibilidade de*

ocorrência de um processo erosivo conforme as condições naturais do meio físico. A suscetibilidade, quando cruzada com dados de uso das terras, configurou-se no produto final de sua pesquisa, delimitando, através de chaves de interpretação, a *Carta de Risco de Erosão.*

> Conhecer as formas de intervenção antrópica na área urbana, correlacionando-as com a ocorrência de processos erosivos para avaliar os prejuízos sócio-econômicos e o grau de degradação ambiental, é fundamental para a elaboração da Carta de Risco de Erosão, na qual estão contidas diretrizes para o planejamento... (CANIL, 2000).

A suscetibilidade à erosão, quando abordada através da análise integrada da paisagem, levando-se em consideração o comportamento hídrico e a incidência de ravinas e voçorocas em relação aos fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos (SALOMÃO, 1999), contribui para o conhecimento da dinâmica dos sistemas ambientais físicos. Essas cartas poderão ter caráter informativo, já que possibilitam localizar e analisar os fenômenos, e orientativo, já que trazem em si a necessidade de fazer as devidas recomendações prescritas para cada caso.

Salomão (1999), objetivando minimizar os custos e o tempo de elaboração de análises do meio físico e da distribuição dos processos erosivos, lembrou que o método de abordagem para delimitação de áreas com diferentes suscetibilidades à erosão linear deve se realizar com base em análises qualitativas, e que tal metodologia envolve os seguintes passos:

- Cadastramento das ocorrências de ravinas e voçorocas por interpretação de fotografias aéreas atualizadas objetivando distinguir processos erosivos de reativação de drenagem, bem como aqueles relacionados a concentração de águas pluviais;
- Elaboração e interpretação visando os estudos dos processos erosivos, numa mesma escala, de mapas geológicos, geomorfológicos e pedológicos;
- Correlação da distribuição dos processos erosivos com os diferentes tipos de rochas, relevos e solos;
- Levantamento de campo;

- Definição de critérios de distinção de classes de suscetibilidade, contemplando diferentes níveis de predisposição dos terrenos aos processos erosivos.

Assim, em conformidade com os objetivos da pesquisa, serão estabelecidas as classes de suscetibilidade aos processos erosivos lineares, as quais permitiram o cruzamento com a carta de uso das terras para a elaboração da *Carta de Risco à Erosão Linear*.

O termo *Carta de Risco à Erosão Linear,* que será utilizado nessa pesquisa, é, então, a representação cartográfica de áreas homogêneas (*geossistemas*) quanto à ocorrência dos processos erosivos lineares. Com isso, os subsídios ao planejamento para o alto curso do Rio Araguaia se baseiam no conhecimento das características do meio físico relacionadas à sua ocupação. Para tanto, serão utilizadas cinco classes de riscos, com as devidas adaptações de Canil (2000), sendo elas:

- 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 minimizam 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 impedir os processos erosivos lineares;
- Alto: áreas favoráveis à concentração dos fluxos de água e em que os processos erosivos se desenvolvem em função do 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 de drenagem, os anfiteatros e as bordas de escarpas.

III – METODOLOGIA

3.1 –INTRODUÇÃO

O maior desafio desta pesquisa situa-se no fato de que a degradação ambiental na Alta Bacia do Rio Araguaia, principalmente aquela relacionada aos processos erosivos lineares, implica na necessidade de uma avaliação dos impactos decorrentes da ocupação desordenada na região, bem como demanda, ao mesmo tempo, uma orientação quanto ao planejamento voltado à utilização adequada das suas terras numa concepção responsável de tal modo que permita estabelecer uma relação com a melhoria da qualidade ambiental.

A abordagem sistêmica, conforme discutido, possibilita a avaliação dos impactos ambientais, sobretudo por permitir uma análise integrada dos componentes dos sistemas ambientais físicos avaliados, visando a compreensão do seu funcionamento, assim como a correspondência pela dinâmica da paisagem em seu processo contínuo de transformação. Isto pode servir como subsídio ao planejamento geoambiental, o qual, por sua vez, sustenta a adoção de políticas de manejo mais adequadas, tanto preventivas como corretivas dos impactos.

Dessa forma, a fundamentação para análise integrada da paisagem adotada nessa pesquisa tem por base a correlação entre os componentes dos sistemas ambientais físicos e as cartas de *Suscetibilidade Natural* e *Risco à Erosão Linear*, cujo objetivo é caracterizar as distintas unidades ambientais de planejamento, quanto aos tipos e graus de suscetibilidades e riscos à erosão linear, bem como contribuir com as informações técnicas para orientar as soluções, seja para áreas já degradadas, seja para áreas predispostas à degradação.

Para tanto, um conjunto de etapas e procedimentos operacionais foram utilizados nessa pesquisa. Com fins de aquisição das bases teóricas e metodológicas procedeu-se a revisão da literatura, após o que obedeceu-se às seguintes etapas: compilação e correlação de informações para a elaboração de documentos cartográficos. Por fim, procedeu-se o diagnóstico/prognóstico seguido do planejamento em acordo com Libault (1971), desenvolvidas em etapas sucessivas, como apresentadas a seguir.

3.2 –ETAPAS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Para a execução desta pesquisa buscando confeccionar as *Cartas de Suscetibilidade Natural* e de *Risco à Erosão Linear* como fonte de informações ao planejamento geoambiental do setor sul na Alta Bacia do Rio Araguaia, procurou-se estabelecer os procedimentos descritos a seguir:

1° etapa: Revisão bibliográfica com ênfase nos componentes, nas dinâmicas e nomenclaturas sobre unidades ambientais, bem como de planejamento ambiental e na cartografia geotécnica, procurando analisar e discutir as diversas concepções teórico-metodológicas relativas à análise geográfica dos problemas ambientais, em particular dos processos erosivos lineares. Como procedimento, adotou-se aqueles comuns na pesquisa científica: levantamento de títulos e autores e elaboração de textos críticos, que resultaram nos capítulos anteriores, aqui apresentadas.

2° etapa: Revisão e compilação dos dados cartográficos de trabalhos desenvolvidos na região, com vista a selecionar as informações temáticas relevantes as delimitações dos sistemas ambientais físicos e à caracterização dos seus componentes e do seu estado ou comportamento atual.

Como ponto de partida recorreu-se à compilação e articulação das Cartas Topográficas, Folhas SE.22-V-C-V, SE.22-V-C-VI e SE.22-Y-A-II, na

escala 1/100.000, IBGE – 1978, com curvas de nível com eqüidistância de 25 metros e complementação da rede de drenagem com base nas Fotografias aéreas da USAF – 1966 na escala 1/60.000, fotointerpretadas por Barbalho (2002), que se constituiu na carta–base a partir da qual outros tratamentos e interpretações foram realizados pela referida autora, quais sejam:

a) Carta de Declividade: elaborada por interpolação e geração de uma Grade Triangular (estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo nó-arco representando a superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas) das curvas de nível e pontos cotados no Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING). Para definição das classes de declividade foi feito o fatiamento da grade triangular que resultaram nos seguintes intervalos:

A = 0 a 3% - áreas planas ou quase planas onde o escoamento superficial é lento, não oferecendo dificuldades ao uso de máquinas agrícolas;

B = 3 a 6% - áreas que apresentam declives suaves, onde o escoamento superficial é lento ou médio. Em alguns tipos de solos a erosão hídrica não oferece problemas. Solos com textura média em vertentes muito longas e que necessitam de práticas de conservação;

C = 6 a 12% - áreas com relevo ondulado e escoamento superficial médio ou rápido (dependendo do tipo de solo);

D = 12 a 20% - áreas muito inclinadas ou colinosas com um escoamento superficial rápido. São facilmente erodíveis (exceto em solos argilosos ou muito argilosos);

E = 20 a 45% - áreas cujas vertentes são fortemente inclinadas e o escoamento é muito rápido, independente do tipo de solo;

F = >45% - áreas cujas vertentes são íngremes. Escoamento superficial muito rápido e os solos são extremamente suscetíveis à erosão hídrica.

b) Carta Hipsométrica: para elaboração dessa carta também foram utilizados os dados altimétricos, porém a grade gerada para posterior fatiamento foi a do tipo Regular, onde toda a representação matricial de cada elemento foi associado a um valor numérico, que representará de maneira fiel a superfície, calculando-se, através do fatiamento, o valor aproximado das elevações. As classes utilizadas foram espaçadas de 50 em 50 metros, podendo-se estabelecer as seguintes sequências topográficas, assim como intervalos de cotas e posições topográficas correspondentes:

A = 675 a 725 m – fundo de vale;

B = 725 a 775 m – topos convexos;

C = 775 a 825 m – topos tabulares;

D = 825 a 875 m – escarpas erosivas/superfícies tabulares;

E = > 875 m – superfície de cimeira tabular.

c) Carta de Uso das Terras 1966 e 1999: para o ano de 1966, a carta foi elaborada através de fotointerpretação das fotografias aéreas USAF/1965. Para o ano de 1999, foi feita a interpretação visual, na tela do computador, da imagem de satélite LANDSAT – 7 ETM+ do mês de agosto de 1999 e bandas 543/RGB. Ambas foram processadas no software SPRING, que permitiu delimitar as áreas seguindo propostas de Santos e Carvalho (1981), identificando-se classes espectrais diferenciadas por tonalidades, texturas e formas geométricas, com as seguintes classes temáticas:

A - Cerrado Arbóreo;

B - Cerrado Arbóreo Aberto;

B - Mata Ciliar;

C - Campo Cerrado;

D - Campo Limpo Úmido;

E - Pastagem;

F - Cultura.

d) Mapa Capacidade de Uso: com a capacidade de uso pode-se estabelecer uma classificação das terras em função do potencial intrínseco do mesmo. Seguindo a metodologia proposta por Lepsch (1991), foi gerado, a partir da análise em conjunto dos condicionantes do meio físico (solo, geologia, formas de relevo, declividade e erosão), uma carta temática representativa da capacidade de uso dividida nas seguintes classes:

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

- ***Classe I*** – Correspondem às terras cultiváveis sem problemas de erosão;
- ***Classe II*** – Terras cultiváveis com problemas simples de erosão (ravinas e sulcos);
- ***Classe III*** – Terras cultiváveis ocasionalmente e com sérios problemas de erosão;
- ***Classe IV*** – Terras cultiváveis apenas ocasionalmente (extremamente limitadas).

Grupo B – terras inapropriadas a cultivos, porém aptas para pastagens/reflorestamentos:

- ***Classe V*** – Áreas próprias para pastagens sem problemas de erosão;
- ***Classe VI*** – Áreas próprias para pastagens e reflorestamentos, com problemas simples de conservação;
- ***Classe VII*** – Pastagens e reflorestamentos, com problemas complexos de conservação;

Grupo C – Terras indicadas apenas para preservação:

- ***Classe VIII*** – Áreas próprias para proteção ambiental;

A seguir procedeu-se a compilação do Mapa de Discrepância entre Uso e a Capacidade de Uso das Terras (SILVA, 2002), obtido a partir do cruzamento das informações temáticas de Uso da Terra e sua Capacidade de Uso, que permitiu estabelecer os graus de discrepância (conflito) entre eles, e delimitar os diversos graus de incompatibilidades em função dos tipos de uso a que vem sendo estabelecidas, desde as práticas agrícolas em áreas inadequadas, até os manejos inadequados em regiões que deveriam permanecer preservadas, correspondendo às seguintes classes de discrepância:

- **Discrepância Máxima**: áreas onde o tipo de uso está completamente incompatível com a sua capacidade de uso, sobretudo onde o desrespeito às leis ambientais e às práticas conservacionistas dos solos não são levadas em consideração;
- **Discrepância Muito Alta**: áreas de incompatibilidade entre uso e capacidade de uso, porém os manejos agropecuários ajudam a manter certa estabilidade, sobretudo onde ocorre o consórcio agricultura/pastagem e que apresentam declividades menores;
- **Discrepância Alta**: áreas com baixos declives e limitada capacidade de uso, exigindo cuidados específicos de conservação e em alguns casos restrições;
- **Discrepância Nula**: áreas onde ocorre o predomínio de vegetação abundante (cerrado arbóreo aberto e fechado, matas ciliares), de maneira que a sua conservação se mantém insipiente.

Convém ressaltar que todas essas cartas foram alvo de controle de campo para validação (reambulação). Numa primeira fase foi realizada uma expedição de campo buscando reconhecimento detalhado da área de pesquisa, assim como instalar equipamentos e coletar materiais. Nesse sentido percorreu-se toda a área validando os materiais já produzidos, verificando e postulando hipóteses para a fundamentação desta pesquisa. Numa segunda fase, os trabalhos voltaram para a coleta de amostras.

As etapas anteriores foram de extrema importância para o encaminhamento e finalização dessa pesquisa, servindo, assim, como porta de entrada para as próximas etapas.

3° etapa: Reconhecimento dos Sistemas Ambientais Físicos: para o andamento do trabalho, objetivando o reconhecimento de unidades ambientais em função dos processos erosivos lineares, e até mesmo seguindo a proposição teórico/metodológica adotada, foi necessário o reconhecimento dos sistemas ambientais físicos da área de pesquisa, que serviram como subsídios à avaliação dos impactos causados pela erosão linear. Para tanto foram tomados os seguintes procedimentos:

a) Elaboração e interpretação de informações do meio físico mais marcantes na área de pesquisa, sobretudo quanto à pedologia e geomorfologia, que são alguns dos parâmetros que se revelaram como mais influentes na suscetibilidade erosiva na área de pesquisa. Quanto aos tipos de solos, a sua distribuição, características morfológicas e propriedades foram utilizadas para identificar o seu maior ou menor grau de suscetibilidade à erosão; quanto ao modelado do relevo, tanto a clinografia quanto as formas do relevo foram levados em consideração para corroborar ou não o desenvolvimento de feições erosivas;

b) Para a elaboração da Carta Morfológica, recorreu-se à primeira aproximação de Barbalho (2002) que utilizou-se da proposta de Soares & Fiori (1976), identificando as cores, as texturas, os tamanhos e as formas dos objetos, mapeando as feições e as formas do relevos. Num segundo momento fazendo uma interpretação mais acurada sobre as Fotografias áreas da USAF - 1966, na escala 1/60.000, foi possível delimitar as formas expressivas do modelado do relevo, tais como: as escarpas erosivas, as cabeceiras de drenagem em anfiteatros, as cabeceiras de drenagem encaixadas, áreas com

predominância de relevos planos, côncavos e convexos e os vales côncavos;

Recorrendo-se à tecnologia do geoprocessamento, através da Programação LEGAL (Linguagem Especial para Geoprocessamento Algébrico) do software Spring, que permite o cruzamento de informações através do estabelecimento de parâmetros indicados pelo operador, pôde-se aplicar a metodologia proposta por Salomão (1999), levando-se em consideração as devidas adaptações, para estabelecer a análise integrada dos elementos do meio físico, reconhecendo-se, assim, seus sistemas ambientais físicos e sua suscetibilidade à erosão linear, ou seja, optou-se por estabelecer a análise integrada dos elementos do meio físico objetivando delimitar unidades ambientais e seus respectivos graus de impactos, que já foram previamente constatados por pesquisas anteriores.

Desse modo seguiram-se as etapas finais dos procedimentos operacionais adotados na pesquisa, a saber:

4° etapa: Carta de Suscetibilidade à Erosão Linear - consistiu na divisão por classes de suscetibilidade à erosão linear proposta e adaptada inicialmente pelo DAEE/IPT-SP e Salomão (1999) por meio de cruzamento no programa LEGAL do software Spring dos elementos do meio físico (solos, formas do relevo e declividades), estabelecendo-se as seguintes classes (Anexo - Tabela de Cruzamentos 01):

- **Áreas Extremamente Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas** - áreas muito favoráveis à instalação de fenômeno de *piping*. 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 aprofundamento dessas erosões o lençol freático pode ser interceptado, desenvolvendo-se o *piping*.

- **Áreas Muito Suscetíveis a Ravinas e Pouco Suscetíveis a Voçorocas** – áreas favoráveis à concentração de fluxos de água, onde os processos de ravinamentos se desenvolvem 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** – 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. 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** - 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, que favorece a concentração das águas de escoamento superficial.

- **Áreas não Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas** - áreas de agradação constituídas de terrenos com declividades praticamente nula, impossibilitando o escoamento das águas superficiais, 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.

5° etapa: Carta de Risco à Erosão Linear - seguindo modelo adaptado por Canil (2000), através da superposição das unidades de classificação da carta de suscetibilidade à erosão linear e as de uso da terra (capacitando a integração de componentes do sistema ambiental), permitiu classificar a paisagem em unidades homogêneas quanto aos processos erosivos lineares, no programa LEGAL do software Spring

(Anexo - Tabela de Cruzamentos 02), indicando ainda, para cada classe de risco, aptidões e restrições para o planejamento do uso das terras. Seguem as respectivas classes:

- **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 minimizem os processos erosivos lineares;
- **Médio**: áreas constituídas por setores da vertente próximas aos fundos de vales e com declividades suficientes para o escoamento superficial, exigindo um nível de manejo que possa impedir os processos erosivos lineares;
- **Alto**: áreas favoráveis à concentração dos fluxos de água e em que os processos erosivos se desenvolvem em função do 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 de drenagem, os anfiteatros e as bordas de escarpas.

A matriz de cruzamento que compartimentou as classes de risco pode ser observada na tabela do Quadro 13ª.

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**

Quadro 13a– Tabela matriz de cruzamento de áreas de risco

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

Quadro 13b – 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

Quadro 13c – Legenda das classes de risco à erosão linear

6° etapa: Estabelecimento para cada classe de risco representada no produto cartográfico obtido na etapa anterior, das indicações de recomendações para o seu planejamento, baseadas nas leis ambientais que sirvam de suporte à orientação adequada ao uso das terras, bem como indicando áreas destinadas à preservação permanente e sugerindo áreas para unidades de conservação.

IV - ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

4.1 - CLIMA

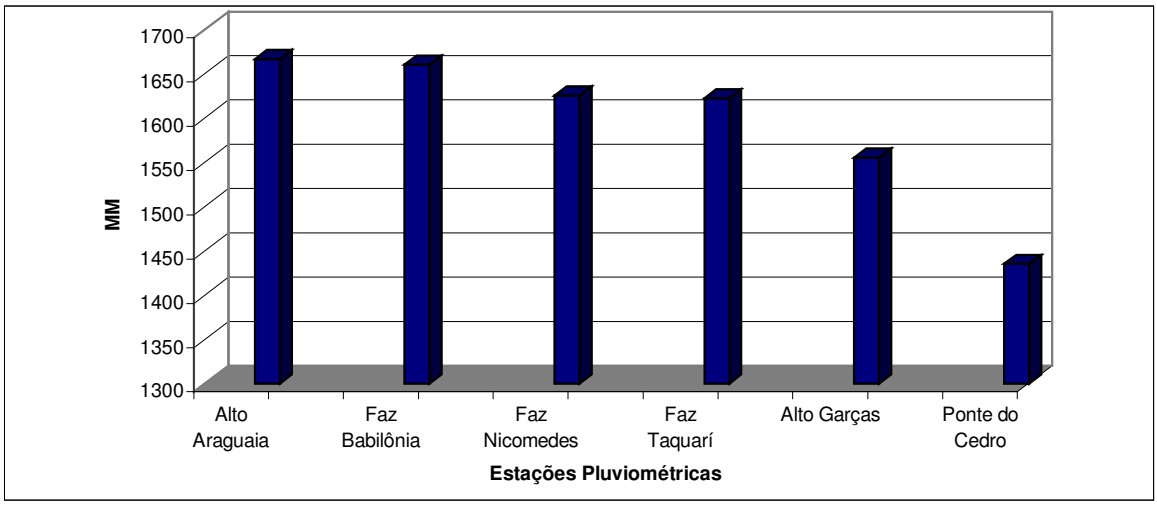
Segundo Ramos (2003), que desenvolveu pesquisa voltada à intensidade de chuvas do setor sul na Alta Bacia do Rio Araguaia, o clima da região é de natureza continental tropical, devido à sua posição continental, não sofrendo o efeito direto da confluência intertropical. Apresenta-se semi-úmido com tendência a úmido, caracterizando-se, segundo classificação de KOPPEN, no tipo Aw, de savanas tropicais, com quatro a cinco meses secos. Quanto às temperaturas, Dias (1996) apud Ramos (2001) classificou como de 23ºC a temperatura média, e suas variações, entre máximas e mínimas, não ultrapassam os 5ºC.

Tendo em vista a importância do regime pluviométrico e de sua variabilidade e irregularidade frente aos processos erosivos, é importante considerar as análises de séries históricas feitas por Campos *et. al.* (2000) e Ramos (2003). Esses autores utilizaram dados pluviométricos diários que variam de 15 a 29 anos de 6 estações, objetivando, com isso, caracterizar o ritmo das precipitações pluviais do setor sul na Alta Bacia do Rio Araguaia.

Estes autores, ao analisarem frequências por pêntadas (períodos de 5 dias consecutivos), constataram que não há períodos maiores que cinco dias sem ocorrência de precipitação pluvial entre os meses de novembro e março, o que torna o solo saturado e incapacitado de absorver água durante longo período, acarretando a formação de excedentes hídricos e altas vazões superficiais, mesmo com chuvas de menor intensidade.

Verificaram ainda que a distribuição do total pluviométrico está acima da média para o Estado de Goiás (epicentro de chuvas). De acordo com Nimer (1979), a altura média alcançada pela precipitação durante o ano, sobre o território do Estado de Goiás, é de 1500 mm e, neste trabalho, constatou-se

que as estações analisadas apresentam uma boa oferta pluviométrica variando entre 1458 e 1682 mm Anuais (Quadro 14)



Quadro 14 – Totais pluviométricos anuais.
Fonte: Ramos (2003).

Tais características conduzem a elevado poder erosivo das chuvas (erosividade) que, se encontrarem o solo desprotegido, conduzirão à intensificação dos processos erosivos. Considerando-se que as intensidades dos episódios de chuvas são elevados, até superiores a 80 mm/h, sobretudo em fevereiro, quando o solo costuma estar muito úmido e mesmo saturado, e que pancadas de chuvas podem se suceder num mesmo dia (RAMOS, 2003), é possível compreender o impacto erosivo das precipitações, sobretudo considerando as mudanças de uso e a falta ou insuficiência de práticas preventivas de controle.

4.2 - VEGETAÇÃO

Segundo Barbalho (2002), na área de estudo predominam fisionomias do Bioma Cerrado, sendo que a partir da interpretação da imagem de satélite LANDSAT-7 ETM+, pode-se distinguir as seguintes categorias fisionômicas: cerrado sentido restrito, mata ciliar, campo limpo úmico.

A terminologia adotada para a caracterização dessas fisionomias foram fundamentadas na proposta de Ribeiro & Walter (1998), que inicialmente definem as características pela estrutura, formas de crescimento dominantes e

possíveis mudanças estacionais, além de levarem em consideração outros aspectos do meio físico.

Segundo esse autores, o cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas e tortuosas. Possuem irregularidades em suas ramificações e troncos com cascas com grossas cortiças e as folhas são rígidas e coriáceas, aspectos esses que condicionam essas plantas à condição de seca.

A complexidade dos fatores condicionantes do meio físico são elementos decisivos na subdivisão fisionômica do cerrado sentido restrito, permitindo destacar que na área de estudos, segundo Barbalho (2002), foram identificadas duas categorias: cerrado denso e o cerrado ralo.

O cerrado denso é um tipo de vegetação predominantemente arbóreo, com cobertura de 50 a 70% e altura média de cinco a oito metros. Os estratos arbustivos e herbáceos são ralos. O cerrado ralo é um subtipo de vegetação arbóreo-arbustiva, com cobertura arbórea de 20 a 50% e altura média de dois a três metros.

A Mata ciliar é um tipo de vegetação que acompanha as margens dos rios de médio e grande porte da região dos cerrados, em que a vegetação arbórea não forma galerias. Em geral, é relativamente estreita em ambas as margens, dificilmente ultrapassando 100 metros de largura em cada.

O campo limpo úmico caracteriza-se por se apresentar em grandes extensões campestres em forma de gramíneas cespitosas, podendo ser interrompidas por plantas mais altas. Compõem a fisionomia natural de áreas charqueadas ou onde existem inundações periódicas.

4.3 - GEOLOGIA

Na área de estudo predominam rochas do Grupo São Bento, da Era Mesozóica, compreendendo os períodos triássico e cretáceo, representados palas Formações Botucatú e Serra Geral (SOUZA JÚNIOR *et. al.,* 1983, apud

BARBALHO, 2002) e pertencentes à unidade do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (Anexo - Figura 05).

A Formação Botucatu litologicamente caracteriza-se por arenitos róseos a avermelhados, quartzosos, finos a muito finos, bem selecionados, eólicos, com estratificações cruzadas de médio a grande porte, comumente silicificados e situados abaixo dos primeiros derrames basálticos da Formação Serra Geral. A Formação Serra Geral, que representa a parte superior do Grupo São Bento, é constituída por espessos e extensos derrames de constituição basáltica, mostrando localmente a presença de arenitos eólicos e fluviais interderrames (BARBALHO, 2002).

4.4 - GEOMORFOLOGIA

O Setor sul na Alta Bacia do Rio Araguaia desenvolveu-se, basicamente, na unidade geomorfológica denominada de Planalto Setentrional da Bacia do Paraná, que compreende dois compartimentos topográficos distintos. Um mais elevado, alcançando altimetrias que variam de 650 a 1000 metros. Outro rebaixado, abrangendo cotas de 350 a 650 metros Mamede *et al* (1983) apud Barbalho (2002) (Anexo - Figura 06).

Em seu limite superior (que abrange a borda norte da Serra do Caiapó), o referido planalto apresenta superfície cortando litologias pré-cambrianas, cretáceas e terciárias com superfície erosiva pediplanar de forma tabular, constituindo hoje um relevo residual de topo aplainado. Nas áreas de dissecação que se estendem para o norte, ocorrem formas convexas, tabulares, sendo os primeiros representados por interflúvios alongados e suavizados, perpendiculares ao Rio Araguaia e as segundas pelos morros testemunhos. As formas de acumulação situam-se nas planícies fluviais do rio Araguaia.

Para essa pesquisa, complementa-se a caracterização geomorfológica feita por Barbalho (2002) com a carta morfológica, que mostra as formas do relevo a partir de um esboço realizado pela autora, que inicialmente traçou as rupturas de declive, diferenciando-as entre côncavas e convexas, além de delimitar as escarpas nas bordas da chapada . Na figura (Anexo – Figura 07)

observa-se que, confirmando o esboço preliminar, as rupturas de declives côncavas predominam nos limites inferiores das vertentes, sobretudo nas planícies aluviais formando os vales côncavos no Rio Araguaia, Ribeirão Queixada e Guariroba, estendendo-se nas demais drenagens caracterizadas como de predominância de relevos concavizados.

Os relevos convexizados estendem-se pelos interflúvios marcando a passagem dos topos para as vertentes. As escarpas erosivas, que localizam-se predominantemente no eixo centro-sul da área, marcam os limites das formas de dissecação das serras do Caiapó, Vermelho e do Morro Vermelho. Os relevos planos, situam-se basicamente nas chapadas, e em algumas porções, pouco representativas de formas tabulares residuais já rebaixadas no setor centro leste da área da Alta Bacia.

Foram delimitadas também, em função da exigência da metodologia proposta por Salomão (1999) de caracterização de suscetibilidade natural à erosão linear, as cabeceiras de drenagens tanto em suas formas encaixadas, como em anfiteatros.

No Quadro 15 observa-se a concentração dos focos erosivos em áreas concavizadas, concentradoras dos fluxos de água, mostrando a estreita relação entre as formas do relevo com os processos erosivos. Barbalho (2002) lembra que essas ocorrências erosivas ligam-se, também, aos canais de drenagem, estradas e caminhos de gado e divisas de fazendas, exigindo um nível de manejo que evite essa concentração de escoamentos.

Morfologia	***Área***		***Ocorrências erosivas***	
	Km²	***%***	***Cadastradas***	***%***
Predominância de relevos planos	141,03	9,29	0	0,00
Escarpas erosivas	29,67	1,96	4	4,40
Cabeceiras de drenagem em anfiteatros	31,51	2,08	10	10,99
Cabeceiras de drenagem encaixadas	38,56	2,54	3	3,30
Vales côncavos	172,83	11,39	18	19,78
Predominância de relevos convexizados	777,36	51,22	11	12,09
Predominância de relevos concavizados	326,64	21,52	45	49,45
Total	***1517,6***	***100***	***91***	***100***

Quadro 15 – Tabela com áreas das formas de relevo e ocorrências erosivas

Barbalho (2002), ao analisar as cotas hipsométricas da área, verifica a conformação topográfica compartimentada em cinco unidades altimétricas (Anexo - Figura 08), sobressaindo formas de relevo distintas, como mostra o Quadro abaixo.

COTAS ALTIMÉTRICAS	*FORMAS DE RELEVO*
675 a 725	Fundo de Vale do Rio Araguaia (Formação Botucatú)
725 a 775	Áreas de topos convexos nas margens do Rio Araguaia
775 a 825	Superfícies topo tabular
825 a 875	Transição: Bordas da chapada (escarpas), contato entre formação Serra Geral com arenitos do Botucatú
Acima de 875	Superfície de cimeira tabular (Chapadas da Serra de Caiapó)

Quadro 16 – Tabela com as compartimentações altimétricas e formas de relevo
Fonte: Barbalho (2002)

O Mapa Clinográfico da área (Anexo - Figura 09), mostrou que o fundo do vale do rio Araguaia e de seus tributários predominam valores entre 0 e 3% de declive, assim como na superfície tabular de cimeira onde é praticada agricultura intensiva. Os declives mais acentuados acima de 20% estão nas áreas escarpadas próximas das áreas das nascentes.

4.5 - SOLOS

De acordo com Barbalho (2002), na área ocorrem solos bem desenvolvidos, com alteração pronunciada dos minerais primários, constituindo-se em: Latossolos, Areias Quartzosas, Cambissolos e os Solos Litólicos. Já em ambientes mal drenados, aparecem os Gleissolos e as Areias Quartzosas hidromórficas. Destaca-se, ainda, ocorrências mais restritas dos Podzólicos (Anexo - Figura 10).

Ao atualizar as classes de solos referidas acima, segundo o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – EMBRAPA (1999), temos as seguintes classes:

- Latossolos - subclasse Latossolo Vermelho
- Neossolos - Areias Quartzosas e Solos Litólicos
- Argissolos e Gleissolos - Solos Hidromórficos

Os Latossolos Vermelho-Escuro, na área de pesquisa, ocorrem na superfície de cimeira tabular (cotas acima de 875 metros) e na superfície tabular (825-875), geralmente apresentam textura média (áreas de contato arenito/basalto). Essas áreas apresentam declives de 0 a 3%, são utilizadas para a produção intensiva de grãos, não sendo verificados problemas relativos a processos erosivos lineares. Já os latossolos vermelho-amarelos ocorrem em topos tabulares (cotas entre 775-825), com declividades de 3 a 6%, apresentam textura média à arenosa fazendo contato com as areias quartzosas, ocupando relevo suave de colinas amplas (Barbalho, 2002).

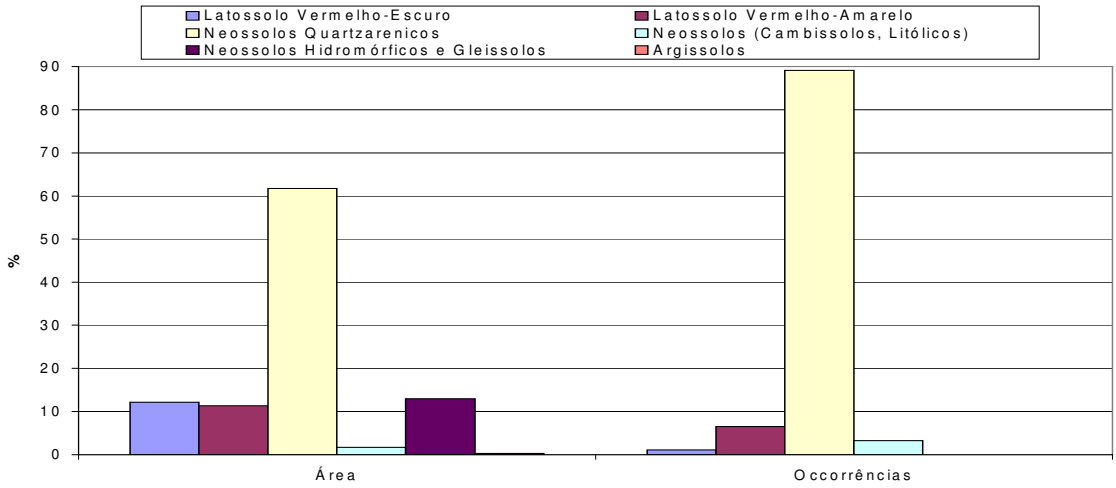
Os Neossolos (litólicos) foram observados na área de pesquisa em cotas entre 825-875, com declividades acima de 20%. Quando estes solos estão desprovidos de cobertura vegetal, verificou-se a ocorrência de processos erosivos. Os Neossolos quartzarênicos (areias quartzosas) compreendem solos constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram a modificações expressivas do material originário pela resistência ao intemperismo ou composição química, ou mesmo as condições do relevo que impedem ou limitam sua evolução. Esses solos ocupam basicamente as áreas de topos convexos com cotas entre 725-775 metros.

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E. Parte dos solos dessa classe apresenta um evidente incremento no teor de argila. A transição entre o horizonte A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual.

Os gleissolos, que compreendem a classe de solos hidromórficos, são constituídos por material mineral apresentando horizonte glei dentro dos primeiros 50 centímetros. São periodicamente ou permanentemente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água permanece estagnada internamente ou a saturação ocorre por fluxo lateral, e possuem colorações

acizentadas, azuladas ou esverdeadas. Na área de estudo ocorrem em cotas altimétricas que variam de 675 a 725 metros.

A autora também relacionou os tipos de solos com as ocorrências erosivas lineares na área de pesquisa, destacando que as maiores concentrações de erosão ocorrem nos Neossolos Quartzarênicos, como pode ser observado através do gráfico logo abaixo.



Quadro 17 - Gráfico de cálculo de áreas de solos e ocorrências erosivas

V – SUSCETIBILIDADE NATURAL, RISCO À EROSÃO LINEAR E SISTEMAS AMBIENTAIS NO SETOR SUL NO ALTO CURSO DO RIO ARAGUAIA

A avaliação dos impactos ambientais no setor sul do alto curso do Rio Araguaia, que estão relacionados aos processos erosivos lineares buscou, na abordagem sistêmica, caminhos ao estudo integrado dos componentes do meio físico, considerando-se que o comportamento dos terrenos frente à deflagração dos processos erosivos é determinada pelas suas relações e funcionamento. Sendo assim, sua análise serviu como subsídio ao planejamento geoambiental que por sua vez sustenta a adoção de políticas de manejo mais adequados, tanto preventivas como corretivas dos impactos.

Seguindo a metodologia proposta no Capítulo 4 dessa pesquisa, são aqui apresentadas as cartas de *Suscetibilidade Natural à Erosão* e de *Risco à Erosão Linear*, assim como a carta de *Sistemas Ambientais Físicos*, como veremos a seguir.

5.1 –SUSCETIBILIDADE NATURAL À EROSÃO LINEAR

A *Carta de Suscetibilidade Natural à Erosão Linear* (Anexo – Figura 11), mostra que cerca de 80,75% da área encontra-se em situação que varia de moderadamente a extremamente suscetível aos processos erosivos lineares. Aliado a isso, ao analisar o Quadro 18 da página 92, observa-se que as porcentagens de ocorrências erosivas, das 91 voçorocas cadastradas por Barbalho (2002) na escala de 1/60.000, correlacionam-se a essas áreas de altas suscetibilidades, confirmando importância desse instrumento de análise integrada dos sistemas ambientais.

SUSCETIBILIDADE	ÁREA		OCORRÊNCIAS EROSIVAS	
	Km²	%	Cadastradas	%
Não Suscetível a Ravina e Voçoroca	278,84	18,37	5	5,49
Suscetível a Ravina e Não Suscetível a Voçoroca	13,19	0,87	0	0,0
Moderadamente Suscetível a Ravina e Pouco Suscetível a Voçoroca	439,01	28,93	15	16,48
Muito Suscetível a Ravina e Pouco Suscetível a Voçoroca	632,56	41,69	47	51,65
Extremamente Suscetível a Ravina e Extremamente suscetível a Voçoroca	153,82	10,14	24	26,37
Total	***1517,6***	***100***	***91***	***100***

Quadro 18 – Tabela de classes e áreas de suscetibilidade e ocorrências erosivas.

Correlacionando, individualmente, as classes de suscetibilidade com outros dados, abre-se o leque de informações que vão proporcionar o entendimento e delineamento para a proposta de reordenamento do uso e manejo para a área de pesquisa alcançando, assim, o seu objetivo. Assim seguem-se os comentários sobre cada uma da áreas.

5.1.1 – *Áreas não suscetíveis a ravinas e voçorocas*

Com cerca de 278,8 km², 18,4% do total da área da alta bacia, as áreas não suscetíveis a ravinas e voçorocas, em sua maioria, possuem declividade variando de 0 a 3%, as quais pela sua natureza geomorfológica, com predominância de relevos planos, dificultam o escoamento superficial das águas, constituindo-se em áreas de agradação. Correlacionam-se com os Latossolos Vermelho-Escuro e Amarelo nos topos planos, com aproximadamente 172,6 km², e aos Neossolos Quartzarênicos hidromórficos nas planícies de inundação dos ribeirões do Sapo, Zeca Novato, Queixada, Guariroba e no Rio Araguaia, totalizando cerca de 106,1 km^2 da área.

Quanto ao uso das terras, verifica-se no Quadro 19 da página 93, que, apesar de ser caracterizada como de baixa suscetibilidade aos processos erosivos, possui 5 voçorocas relacionadas a pastagens em áreas da planície de inundação com os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos, indicando que essa classe pode tornar-se extremamente suscetível aos processos erosivos lineares quando há a retirada de vegetação original e quando o manejo, no caso do gado, é inadequado (trilheiros, por exemplo),

Uso das Terras	*Não Suscetível a* ***Ravina e Voçoroca***		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	46,3	16,60	-
Vegetação sujeita a inundação	19,9	7,14	-
Agricultura	141,5	50,75	-
Cerrado Arbóreo	17,2	6,17	-
Cerrado Arbóreo Aberto	37,49	13,44	-
Pastagem	16,3	5,85	5
Total	**278,8**	**100,0**	**5**

Quadro 19 – Tabela de áreas de uso da terra e áreas não suscetíveis a ravina e voçoroca.

Essas ocorrências erosivas em áreas consideradas não suscetíveis a ravinas e voçorocas correlacionam-se, portanto, ao uso e manejo em áreas de capacidade de uso do Grupo B - classe VII, ou seja, em terras impróprias ao cultivo, indicando a necessidade do reflorestamento das partes que tiveram a vegetação original retirada em função de serem, também, consideradas áreas com problemas complexos de conservação. É muito comum observar que esses processos erosivos iniciam-se nas trilhas de gado, que descem até o Rio Araguaia em busca de água (Foto 07).

Foto 07 – Ravinamento e voçorocamento.
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

5.1.2 – *Áreas suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas*

Pouco representativa na área, correspondendo com cerca de 0,87%, estão relacionadas aos Neossolos Cambissolos litólicos em vertentes côncavas e convexas. Por aparecerem numa quantidade muito pequena na área de pesquisa, essas classe possui a menor expressão espacial que as demais.

No quadro 20, verifica-se que apesar de 53,07 da área estar sendo utilizada por pastagens e agricultura, elas coincidiram com baixas declividades. O restante da área está preservada em sua vegetação original, fato esse que ajuda na inexistência de ocorrências erosivas.

Uso das Terras	*Suscetível a **Ravina e Não suscetível a Voçoroca***		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	0,4	3,71	-
Vegetação sujeita a inundação	0	0,00	-
Agricultura	3,8	28,81	-
Cerrado Arbóreo	5,1	38,67	-
Cerrado Arbóreo Aberto	0,6	4,55	-
Pastagem	3,2	24,26	-
Total	**13,19**	**100,0**	**0**

Quadro 20 – Tabela de áreas de uso da terra e áreas não suscetíveis a ravina e voçoroca.

5.1.3 – *Áreas moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas*

Essa classe de suscetibilidade, bastante representativa na área, com aproximadamente 439,01 km², está relacionada tanto aos Latossolos Vermelho escuro, quanto aos Vermelho amarelo, além dos Argissolos e Neossolos Quartzarênicos. Quanto à morfologia dos relevos, predominam as vertentes convexas em comprimentos de rampas extensos e declividade variando entre 3 e 12%.

As 15 ocorrências erosivas associadas a essa classe encontram-se em áreas de pastagens e agricultura (Quadro 21), que por se localizarem em áreas de dispersão de água, permitem, por outro lado, a fácil remoção de partículas superficiais do solo exigindo alto nível de manejo da atividades agropecuárias. Em quantidades menores, ocorrem também processos erosivos relacionados a áreas de concentração do fluxo de água favorecidos pelas trilhas de gado em áreas de pastagem e por estradas em áreas de agricultura.

Uso das Terras	*Moderadamente Suscetível a* ***Ravina e Pouco Suscetível a Voçoroca***		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	18,1	4,12	-
Vegetação sujeita a inundação	2,24	0,51	-
Agricultura	161,91	36,87	3
Cerrado Arbóreo	65,29	14,87	-
Cerrado Arbóreo Aberto	76	17,30	-
Pastagem	115,64	26,33	12
Total	**439,01**	**100,0**	**15**

Quadro 21 – Tabela de áreas de uso da terra e áreas moderadamente suscetíveis a ravina e pouco suscetível a voçoroca.

O nível de manejo para áreas com essa classe de suscetibilidade vai desde o mais simples nas áreas com Latossolos, em declividades moderadas, variando entre 0 e 6%, até a recomendação de revegetação em áreas de Neossolos Quartzarênicos, que estão em áreas do Grupo C - Classe VIII. Vale ressaltar que todas as 15 ocorrências erosivas cadastradas encontram-se nessa mesma classificação de capacidade de uso das terras (Foto 08)

Foto 08 – Voçoroca em áreas de moderada suscetibilidade aos processos erosivos
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

5.1.4 – *Áreas muito suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas*

Abrangendo cerca de 41,69% da área do Setor sul do alto curso do Rio Araguaia (aproximadamente 632,56 km²), essa classe de suscetibilidade contempla mais da metade das ocorrências erosivas cadastradas. Está intimamente ligada a declividades que variam de 3 a 45%, e as áreas de relevos côncavos e convexos com Neossolos Quartzarênicos.

Pela predominância dos Neossolos Quartzarênicos no setor sul do alto curso do Rio Araguaia, além das características naturais dos sistemas ambientais físicos, que favorecem os processos erosivos lineares, é comum que essa classe predomine sobre as outras demais.

Ao se correlacionar os processos erosivos ao tipo de uso das terras nessa classe de suscetibilidade, confirma-se, mais uma vez, a presença de quantidades maiores em áreas de pastagens, que ocupam cerca de 26,87% da área. As áreas destinadas a agricultura ocupam 23% do total da área, conforme mostra o Quadro abaixo.

Uso das Terras	*Muito Suscetível e Pouco Suscetível a* ***Voçoroca***		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	40,66	6,52	-
Vegetação sujeita a inundação	5,97	0,96	-
Agricultura	144,47	23,18	12
Cerrado Arbóreo	145,92	23,41	1
Cerrado Arbóreo Aberto	118,79	19,06	-
Pastagem	167,44	26,87	34
Total	**623,25**	**100,0**	**47**

Quadro 22 – Tabela de áreas de uso das terras e áreas muito suscetíveis a ravina e pouco suscetível a voçoroca.

As ocorrências erosivas nessa classe estão, em sua maioria, relacionadas a capacidade de uso do Grupo C - Classe VIII, ou seja, em áreas prioritárias à preservação ambiental. Conforme observa-se pela foto abaixo, essas áreas facilmente degradam-se em função do tipo de solo, em sua maioria arenoso, e que em condições de uso intensivo, seja para agricultura. Essas áreas exigem um grau de manejo bastante sofisticado, haja visto não só pela sua capacidade de uso, mas pelo seu grau de suscetibilidade.

Foto 09 – Ravinas em áreas muito suscetíveis aos processos erosivos.
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

5.1.5 – *Áreas extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas*

São áreas relacionadas à nascentes, fundos de vales e cabeceiras de drenagens encaixadas e em anfiteatros que, segundo Salomão (1999), caracterizam-se por serem áreas muito favoráveis à instalação de processos erosivos, sobretudos ao *piping*, por se tratarem de setores que, naturalmente, apresentam altos gradientes hidráulicos subterrâneos. Na área de estudo acrescenta-se as escarpas erosivas, que também condicionam o fluxo de água superficial.

Algumas áreas nos fundos de vales também foram delimitadas como sendo extremamente suscetíveis aos processos erosivos lineares. Elas correspondem a rupturas de declive em áreas de Neossolos Quartzarênicos com declividades superiores a 6%. Geralmente essas áreas estão próximas aos canais de drenagens, onde tem-se verificado a instalação de voçorocas de grande porte.

Conforme o gráfico abaixo, 26,37% das ocorrências erosivas cadastradas encontram-se nessa classe de suscetibilidade, indicando que a preservação dessas áreas, conforme já estabelecida pelas leis ambientais, é necessária para a preservação dos recursos ali existentes.

Uso das Terras	*Extremamente Suscetível a* ***Ravina e Voçoroca***		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	14,42	10,15	5
Vegetação sujeita a inundação	4,85	3,41	1
Agricultura	45,36	32,07	8
Cerrado Arbóreo	30,02	21,12	-
Cerrado Arbóreo Aberto	15,44	10,86	2
Pastagem	31,80	22,38	8
Total	**623,25**	**100,0**	**47**

Quadro 23 – Tabela de áreas de uso das terras e áreas extremamente suscetíveis a ravina e voçoroca.

Assim, como na classe de suscetibilidade anterior, as ocorrências erosivas que se localizam em áreas extremamente suscetíveis à erosão linear estão ligadas a classes de capacidade de uso do Grupo C - Classe VIII, como mostra a Foto 10.

Foto 10 – Ravinas em cabeceira de drenagem encaixada.
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

5.2 –RISCO À EROSÃO LINEAR

A *Carta de Risco à Erosão Linear* (Anexo – Figura 12), que representa cartograficamente os diferentes tipos de terrenos relacionados aos processos erosivos, contempla também todas as informações das características do meio físico correlacionadas aos tipos de uso das terras. Portanto, conforme foi explicado no Capítulo 03, a matriz de cruzamento que culminou na compartimentação de classes de risco à erosão, partiu da análise integrada das cartas de Suscetibilidade e Uso das Terras.

Revelou-se, portanto, estreitas ligações não só com as voçorocas cadastradas, mas com os elementos do meio natural presentes na área de pesquisa, indicando que o uso inadequado sem o conhecimento prévio dos sistemas ambientais, além do alto grau de criticidade e iminência dos impactos ambientais correlacionam-se.

Como forma de subsidiar a planificação territorial para a área de pesquisa, a *Carta de Risco à Erosão Linear* vem como elemento essencial à tomada de decisões quanto ao uso das terras em áreas predispostas aos processos erosivos. Exemplificando tal importância, segue-se na tabela abaixo a relação entre áreas de riscos e ocorrências erosivas cadastradas, evidenciando que o uso inadequado, assim como o manejo ineficiente no setor sul do alto curso do Rio Araguaia, favorece a instalação dos processos erosivos, já que mais de 80% da área encontra-se em áreas de alto risco e risco iminente.

RISCO Á EROSÃO LINEAR	***ÁREA***		***OCORRÊNCIAS EROSIVAS***	
	Km²	***%***	***Cadastradas***	***%***
Muito Baixo	132,02	8,70	0	0,00
Baixo	162,23	10,69	5	5,49
Médio	90,18	5,94	10	10,99
Alto	990,13	65,24	55	60,44
Iminente	141,76	9,34	21	23,08
Total	***1517,6***	***100***	***91***	***100***

Quadro 24 – Tabela de classes e áreas de risco à erosão linear e ocorrências erosivas.

Esse quadro agrava-se ainda mais quando se correlaciona os graus de risco à erosão linear com as classes de discrepância entre o uso das terras e a

capacidade de uso (Quadro 25). Nesse caso, pode-se observar que mais de 40% das áreas com classes de alto risco à erosão estão em área de alta e muito alta discrepância.

RISCO Á EROSÃO LINEAR	*DISCREPÂNCIA*			
	Máxima	*Muito Alta*	*Alta*	*Nula*
Muito Baixo	3,4	3,7	27,5	86,6
Baixo	64,0	31,5	61,1	5,7
Médio	1,2	9,9	33,6	45,4
Alto	22,3	174,4	472,7	331,7
Iminente	15,3	24,5	73,3	29,0
Total (km²)	**106,2**	**244,0**	**668,2**	**504,7**

Quadro 25 – Tabela de classes e áreas de risco à erosão linear e discrepância de uso.

A tabela do Quadro 25 também alerta 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 pelo tipo de uso das terras, além das características dos sistemas ambientais físicos. A dinâmica de uso das terras, portanto, influencia na determinação de áreas de risco à erosão, uma vez mais, confirmando a sua vital importância no planejamento e manejo de áreas.

No sentido de compreender as classes de riscos, segue-se a sua análise individualizada.

5.2.1 – Risco Muito Baixo

Com 132,2 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 (Quadro 26). Também são áreas não suscetíveis a ravinas e voçorocas, e que por contemplarem características naturais e de uso, não foram verificadas ocorrências erosivas.

Uso das Terras	*Risco Muito Baixo*		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	57,31	43,35	-
Vegetação sujeita a inundação	19,94	15,08	-
Agricultura	0	0,00	-
Cerrado Arbóreo	17,27	13,06	-
Cerrado Arbóreo Aberto	37,5	28,37	-
Pastagem	0	0,00	-
Total	**132,02**	**100,0**	**0**

Quadro 26 – Tabela de áreas de uso das terras e áreas de muito baixo risco à erosão linear.

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.

Foto 11 – Área de risco muito baixo correspondente às planícies fluviais do Rio Araguaia, preservadas em sua vegetação ciliar.
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

5.2.2 – 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 a 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 o Quadro 27, mais de 95% 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 pela sua natureza tornam-se 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.

Uso das Terras	*Baixo Risco*		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	0,41	0,25	-
Vegetação sujeita a inundação	0	0,00	-
Agricultura	141,51	87,20	3
Cerrado Arbóreo	5,12	3,15	-
Cerrado Arbóreo Aberto	0	0,00	-
Pastagem	15,25	9,40	2
Total	**162,29**	**100,0**	**5**

Quadro 27 – Tabela de áreas de uso das terras e áreas de baixo risco à erosão linear.

Foto 12 – Área de risco baixo no topo da chapada próxima ás escarpas erosivas.
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

Na Foto 12 pode-se observar 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.

5.2.3 – 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.

No quadro 28, pode-se verificar que apesar da área ser pequena, com aproximadamente 90,18 km^2, possui 10 ocorrências erosivas cadastradas. 5 dessas ocorrências estão conectadas a canais de drenagens em áreas de concentração de fluxo de água e em Neossolos Quartzarênicos hidromórficos (Foto 13).

Uso das Terras	*Médio Risco*		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	18,11	20,08	1
Vegetação sujeita a inundação	2,25	2,50	1
Agricultura	3,9	4,32	3
Cerrado Arbóreo	65,3	72,41	5
Cerrado Arbóreo Aberto	0,62	0,69	-
Pastagem	0	0,00	-
Total	**90,18**	**100,0**	**10**

Quadro 28 – Tabela de áreas de uso das terras e áreas de médio risco à erosão linear.

Foto 13 – Área de médio risco na planície fluvial do Córrego Cação, que foi desmatada em suas margens.
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

5.2.4 – Risco Alto

As áreas de alto risco à erosão linear, que representam mais da metade da área do Setor sul do alto curso do Rio Araguaia (cerca de 65,24%), 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 o Quadro abaixo, percebe-se que das 55 ocorrências erosivas cadastradas, 36 encontram-se em áreas de pastagens, enquanto 16 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.

Uso das Terras	*Alto Risco*		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	40,67	4,11	-
Vegetação sujeita a inundação	5,98	0,60	-
Agricultura	316,39	31,95	16
Cerrado Arbóreo	145,93	14,74	-
Cerrado Arbóreo Aberto	194,85	19,68	3
Pastagem	286,31	28,92	36
Total	**990,13**	**100,0**	**55**

Quadro 29 – Tabela de áreas de uso das terras e áreas de alto risco à erosão linear.

A foto 14 mostra uma voçoroca 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 – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

5.2.5 – 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 voçorocas 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 essas áreas propensas a instalação de 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 Quadro 30, verifica-se, contudo, que essa não é a realidade observada no setor sul do alto curso do Rio Araguaia, já que mais de 50% dessas áreas estão sendo utilizadas pela agropecuária, aumentando consideravelmente os números de ocorrências erosivas associadas a esse tipo de uso.

Uso das Terras	*Risco Iminente*		
	Área (KM²)	***Área (%)***	*Ocorrências Erosivas*
Mata Galeria	14,43	10,17	2
Vegetação sujeita a inundação	4,86	3,42	-
Agricultura	45,37	31,96	6
Cerrado Arbóreo	30,03	21,16	4
Cerrado Arbóreo Aberto	15,45	10,88	-
Pastagem	31,81	22,41	9
Total	**141,95**	**100,0**	**51**

Quadro 30 – Tabela de áreas de uso das terras e áreas de risco iminente à erosão linear.

Na Foto 15, observa-se um fato muito comum nas áreas de risco iminente. Ela mostra a cultura de algodão alcançando os limites da borda da escarpa, desrespeitando a legislação legal de preservação permanente.

Foto 15 – Área de risco iminente na borda de chapada, próxima as nascentes do Rio Araguaia.
Fonte – Trabalho de campo realizado em julho/2001 no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

5.3 –SISTEMAS AMBIENTAIS FÍSICOS

Seguindo os pressupostos metodológicos discutidos no Capítulo 2, onde o conhecimento das fisionomias do meio físico perpassa pela sua análise integrada, pôde-se chegar à identificação das unidades espaciais que, segundo Christofoletti (2000), denominam-se de Sistemas Ambientais Físicos.

Barbalho (2002), que se baseou da proposta metodológica de Salomão (1994), também identificou unidades fisionômicas e de funcionamentos semelhantes, denominando-as de *Compartimentos Morfopedológicos*, os quais, segundo a autora, correspondem, também, a *Unidades de Paisagem* ou *Sistemas Ambientais*, no caso, *Físicos*.

Assim, utilizando-se dos compartimentos morfopedológicos identificados por Barbalho (2002), que tiveram como fatores de delimitação as características semelhantes dos elementos que constituem o meio físico (geomorfologia, geologia e solos), elaborou-se a carta de Sistemas Ambientais Físicos (Anexo – Figura 13), desenvolvida nessa pesquisa, a qual trouxe duas novas divisões nos compartimentos identificados pela autora, além de confirmar os outros oito compartimentos. Isso foi possível pela correlação dos compartimentos morfopedológicos com a carta de Suscetibilidade Natural à Erosão Linear aqui apresentada, e com a espacialização das formas de relevo (Carta Morfológica). Nessa pesquisa, esses compartimentos serão denominados de Sistemas Ambientais Físicos, representados pela sigla SAF seguidos de algarismos romanos.

Ao correlacionar os graus de suscetibilidade e o tipo de uso nos Sistemas Ambientais, obteve-se os subsídios para caracterizar as distintas *Unidades Ambientais*, conforme denominou Christofoletti (1999), que, no caso dos objetivos dessa pesquisa, servirão como unidades de planejamento onde serão feitas as recomendações ao plano de uso e manejo das terras, haja visto que essa correlação também permitirá estabelecer os graus de criticidade de cada sistema ambiental físico quanto ao tipo de uso nele praticado, bem

como a sua suscetibilidade natural aos processos erosivos. Para tanto, segue-se a descrição individualizada de cada sistema ambiental físico, bem como a sua avaliação quanto a sua criticidade.

5.3.1 – Sistema Ambiental Físico-I

Com aproximadamente 285,72 km^2, o SAF-I foi aquele que apresentou maior extensão. Localiza-se na parte NW-N da área, no Estado do MT. Duas bacias hidrográficas (Córrego do Sapo e Capão) fazem parte desse sistema, sendo as duas tributárias do Rio Araguaia.

Quanto ao relevo (Quadro 31), cerca de 55% da área apresenta-se com formas convexas em colinas amplas e médias em declividades que variam entre 3 e 6%. As vertentes concavizadas próximas as cabeceiras de drenagens somam aproximadamente 22% do total da área, enquanto que as concavidades próximas aos canais de drenagens (vales côncavos) somam 12%, sendo que nessas áreas a declividade varia entre 12 e 20%.

Morfologia	***SAF-I (%)***
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas	1,17
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro	0,84
Escarpas Erosivas	0,12
Vertentes Concavizadas	22,08
Vertentes Convexizadas	54,95
Vales Côncavos	11,58
Predominância de Relevos Planos	9,66

Quadro 31 – Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-I

Os Neossolos Quartzarênicos predominam nesse sistema, sendo que cerca de 62% da área apresenta esse tipo de solo. Nos topos de chapada aparecem os Latossolos Vermelho escuro e amarelo, somando aproximadamente 24% da área. Os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos aparecem nos fundos de vales e representam cerca de 15% da área (Quadro 32).

Solos	***SAF-I (%)***
Latossolo Vermelho escuro	7,19
Latossolo Vermelho amarelo	16,84
Neossolos Quartzarênicos	61,66
Neossolos Cambissólicos	0,12
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	14,18
Argissolos	-

Quadro 32 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-I

O SAF-I apresenta cerca de 81,49% da sua área em classes de suscetibilidade que variam de moderadamente suscetíveis a extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas (Quadro 33) , enquanto que as áreas de risco aumentam em muito quando se correlaciona o uso das terras com essas classes de suscetibilidade. Assim, cerca de 71% da área torna-se de alto risco à erosão linear, dominando quase toda parte do total da área, conforme pode-se observar no quadro 34.

Suscetibilidade natural a erosão linear	***SAF-I (%)***
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	18,51
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	0,71
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	32,90
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	42,46
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	5,42

Quadro 33 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-I

Risco à erosão linear	***SAF-I (%)***
Muito Baixo	8,02
Baixo	10,53
Médio	4,93
Alto	71,07
Iminente	5,42

Quadro 34 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-I

A classificação das terras baseada na capacidade de uso no SAF-I, conforme se observa no Quadro 35, faculta pouco mais de 40% da área ao uso agrícola (Grupo A-Classe I), levando-se em consideração o manejo adequado, caso contrário torna-se sujeita a sérios problemas de erosão. Destaca-se também que cerca de 29% da área classifica-se no Grupo C-Classe VIII, ou seja, áreas destinadas à preservação.

Risco à erosão linear	***SAF-I (%)***
Grupo A – Classe I	1,41
Grupo A – Classe III	43,40
Grupo A – Classe IV	-
Grupo B – Classe V	16,02
Grupo C – Classe VIII	39,18

Quadro 35 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-I

Quanto ao grau de criticidade, vale lembrar que ao avaliar-se o conjunto de suscetibilidade natural, uso agropecuário e ocorrências erosivas de todos os sistemas ambientais do Setor sul do alto curso do Rio Araguaia, e quantificando-as numa escala de valores, pode-se correlacionar os tipos de manejo mais adequados para cada um desses SAF, o que os caracterizarão como unidades ambientais de planejamento, subsidiando medidas de controle que poderão minimizar os problemas relacionados à degradação ambiental por erosão linear.

Conforme mostra o Quadro 36, o SAF-I apresenta 68,3% da sua área sob uso intensivo, possuindo 15 ocorrências erosivas cadastradas. Se a classificação de criticidade leva em conta apenas o número de ocorrências, esse sistema estaria classificado como o 2° mais crítico. No entanto, conforme se observa no quadro abaixo, o grau de criticidade por suscetibilidade é baixo, se comparado aos outros sistemas ambientais, estando em 8° lugar na classificação.

Sistemas Ambientais Físicos	**Ocorrências Erosivas**	**Pastagem %**	**Agricultura %**	**Total (past+agr.)**	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
1	15	**10,1**	**58,2**	**68,3**	2°	8°	7°

Quadro 36 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-I

Por esse Quadro, pode-se, claramente, observar que o uso intensivo na área favoreceu o surgimento das ocorrências erosivas em áreas de vertentes longas e concentradoras de fluxo de água. Assim, as recomendações de uso e manejo para esse sistema deverá levar em consideração esses dados, assim como apresentado no capítulo adiante.

5.3.2 – Sistema Ambiental Físico-II

Abrangendo cerca de 171,50 km^2 do total da área de pesquisa, esse compartimento limita as chapadas planas com as escarpas erosivas que margeiam toda parte centro-sul da área. A declividade nas chapadas não ultrapassam os 3%, acentuando-se apenas nas escarpas erosivas, onde chegam a superar os 45%. A morfologia dominante é de áreas planas e de escarpas erosivas.

Quanto aos solos, predominam os Latossolos Vermelho escuro, com 72,82% da área. Os Latossolos Vermelho amarelo, com 7,60%, e os Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Cambissolos e Litólicos aparecendo respectivamente com 9,26 e 8,84%, aparecem basicamente no contato entre as chapadas e as bordas da escarpas erosivas.

A baixa suscetibilidade no SAF-II relaciona-se à predominância de relevos planos em Latossolos, além disso a declividade é baixa na maioria dessas áreas. 48,08% da área é de baixa suscetibilidade. O restante, conforme mostra o Quadro 37, divide-se nas categorias que apresentam alguma suscetibilidade, sobretudo relacionadas as escarpas erosivas.

Suscetibilidade natural a erosão linear	***SAF-II (%)***
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	48,08
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	2,82
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	20,59
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	6,34
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	22,17

Quadro 37 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-II

As baixas suscetibilidades no SAF-II vão refletir nos graus de risco à erosão linear, O Quadro abaixo mostra que aproximadamente 49% da área encontra-se em situação de baixo risco, tornando-se as bordas das chapadas em alto risco e de risco iminente, ou seja, como um indicador de práticas de manejo.

Risco à erosão linear	***SAF-II (%)***
Muito Baixo	1,85
Baixo	47,64
Médio	2,76
Alto	25,89
Iminente	21,86

Quadro 38 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-II

O SAF-II apresenta o menor índice de criticidade dentre todos os outros sistemas. O quadro 39 mostra que apesar de 84,1% da área estar sendo

utilizada pela agropecuária, possui apenas 3 ocorrências erosivas, todas elas em áreas de agricultura.

Sistemas Ambientais Físicos	Ocorrências Erosivas	Pastagem %	Agricultura %	Total (past+agr.)	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
2	3	**9,3**	**74,8**	**84,1**	9°	10°	10°

Quadro 39 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-II

5.3.3 – Sistema Ambiental Físico-III

Com 90,13 km^2 o SAF-III, que está localizado na parte centro-sul do lado matogrossense, possui duas bacias de drenagem, sendo a mais expressiva a do Rio de Cima, ambas tributárias do Rio Araguaia.

Quanto às formas de relevo, predominam na área vertentes concavizadas e convexizadas em rampas médias a alongadas e com declividades que variam de 3 a 20%. Os vales côncavos aparecem apenas nas margens do Rio Araguaia (Quadro 40). Aparecem também, mas em pequenas porcentagens, escarpas erosivas, que é uma das pontas da escarpa que circunda a área de pesquisa. As áreas planas também são poucas na área.

Morfologia	***SAF-III (%)***
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas	3,11
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro	2,75
Escarpas Erosivas	0,34
Vertentes Concavizadas	35,87
Vertentes Convexizadas	47,82
Vales Côncavos	9,29
Predominância de Relevos Planos	0,82

Quadro 40 – Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-III

Os Neossolos Quartzarênicos também predominam nesse sistema com 60,01% da área apresentando esse tipo de solo. Os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos aparecem nos fundos de vales e representam cerca de 18,44% da área (Quadro 41). Os latossolos que em menor porcentagem aparecem nesse sistema, estão relacionados aos divisores do topo de chapadas e as partes mais planas da área.

Solos	*SAF-III (%)*
Latossolo Vermelho escuro	9,25
Latossolo Vermelho amarelo	11,67
Neossolos Quartzarênicos	60,01
Neossolos Cambissólicos	0,64
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	18,44
Argissolos	-

Quadro 41 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-III

As características morfológicas e de declividade caracterizaram o SAF-III como sendo de alta suscetibilidade em quase 90% da área (Quadro42). Da mesma forma, aumentam as áreas de risco alto, conforme mostra o Quadro 43.

Suscetibilidade natural a erosão linear	*SAF-III (%)*
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	10,87
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	0,44
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	32,35
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	49,54
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	6,79

Quadro 42 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-III

Risco à erosão linear	*SAF-III (%)*
Muito Baixo	7,67
Baixo	3,24
Médio	6,16
Alto	76,16
Iminente	6,79

Quadro 43 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-III

O SAF-III, quanto à classificação das terras baseada na capacidade de uso, apresenta-se com cerca de 56% de sua área total no Grupo C-Classe VIII, indicando que essas áreas devem destinar-se à preservação. As terras classificadas no Grupo A, que apresentam-se entre as classes I, II e IV, totalizam aproximadamente 28%, sendo que a maioria está na Classe III, ou seja, terras cultivadas apenas ocasionalmente por apresentarem sérios problemas de erosão. No quadro 44, observa-se, também, que o SAF-III apresenta 15,70% de áreas no Grupo B-Classe VII, sendo essas área de complexos problemas de conservação.

Risco à erosão linear	*SAF-III (%)*
Grupo A – Classe I	0,07
Grupo A – Classe III	24,90
Grupo A – Classe IV	3,15
Grupo B – Classe V	15,70
Grupo C – Classe VIII	56,18

Quadro 44 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-III

Apesar de se encontrar num grau de criticidade elevado por risco de erosão linear, sendo a terceira mais crítica, e a Quinta mais crítica pela sua suscetibilidade natural à erosão, apenas duas ocorrências erosivas foram observadas nessa área. Essas ocorrências associam-se a áreas de pastagens com declividades entre 6 e 12% e formas de relevos côncavas. Na tabela abaixo pode-se observar que o uso das terras por agropecuária abrange pouco mais da metade da área.

Sistemas Ambientais Físicos	**Ocorrências Erosivas**	**Pastagem %**	**Agricultura %**	**Total (past+agr.)**	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
3	2	**28,3**	**25,3**	**53,6**	10°	5°	3°

Quadro 45 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-III

Mais uma vez fica clara a influência conjunta entre a suscetibilidade natural e o grau de risco em áreas de vertentes concentradoras dos fluxos hídricos, que, conjugada ao uso intensivo, favoreceu o surgimento das ocorrências erosivas no SAF-III.

5.3.4 – *Sistema Ambiental Físico-IV*

Localizada na porção centro-sul da área, o SAF-IV possui 123,3 km². Com formas de relevos convexizados e concavizados, apresentam vertentes não muito alongadas, mas com declividades variando ente 3 e 12%. Apresentam ainda declividades acentuadas nas cabeceiras de drenagem e nos fundos dos vales côncavos, favorecendo a concentração dos fluxos hídricos.

No SAF-IV predominam os Neossolos Quartzarênicos, com mais de 80% de ocorrência desse tipo de solo. Os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos aparecem nos vales côncavos às margens do Araguaia, conforme pode-se observar pelo Quadro 46.

Solos	*SAF-IV (%)*
Latossolo Vermelho escuro	0,70
Latossolo Vermelho amarelo	4,06
Neossolos Quartzarênicos	81,86
Neossolos Cambissólicos	1,0
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	12,38
Argissolos	-

Quadro 46 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-IV

Quanto à suscetibilidade, o SAF-IV possui mais de 93% do total de sua área em classes que variam de moderadamente suscetível a ravina e extremamente suscetível a voçoroca. No quadro 47, que mostra as áreas em graus de suscetibilidade, observa-se que predomina a classe muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca. Já o quadro 48 mostra que em função do uso, a área possui aproximadamente 79% de sua área em classes de alto risco.

Suscetibilidade natural a erosão linear	*SAF-IV (%)*
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	6,28
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	1,17
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	38,77
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	43,82
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	9,96

Quadro 47 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-IV

Risco à erosão linear	*SAF-IV (%)*
Muito Baixo	3,65
Baixo	1,55
Médio	7,55
Alto	79,70
Iminente	7,55

Quadro 48 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-IV

O quadro 49, que mostra a classificação das terras baseada na capacidade de uso no SAF-IV, alerta que praticamente toda área desse sistema encontra-se sobre classes de capacidades que exigem práticas de manejo bastante eficazes, já que 41,08% estão classificadas como áreas de Grupo A-Classe IV, e o restante em áreas do Grupo B - Classe VIII e Grupo C - Classe

VIII, ou seja, áreas possuem sérios problemas com erosão e áreas destinadas à preservação.

Risco à erosão linear	*SAF-IV (%)*
Grupo A – Classe I	-
Grupo A – Classe III	-
Grupo A – Classe IV	41,08
Grupo B – Classe V	8,54
Grupo C – Classe VIII	50,38

Quadro 49 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-IV

O uso intensivo por pastagens nesse sistema ambiental, bem como suas características naturais de suscetibilidade aos processos erosivos lineares, fizeram com que o elevasse ao posto de segundo maior grau de criticidade dentre os demais SAF. O Quadro abaixo mostra que o uso agropecuário, com predomínio de pastagens em áreas de capacidades limitadas para essas práticas, favoreceu o surgimento de 16 ocorrências erosivas.

Sistemas Ambientais Físicos	**Ocorrências Erosivas**	**Pastagem %**	**Agricultura %**	**Total (past+agr.)**	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
4	16	**49,3**	**11,5**	**60,8**	1°	2°	2°

Quadro 50 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-IV

5.3.5 – Sistema Ambiental Físico-V

Esse SAF localiza-se no extremo sul da área de pesquisa, possui área total de 50,30 km². Com vertentes médias, variando entre 0 e 3% nas formas côncavas e convexas, e com declividades maiores, entre 3 e 12% nos fundos de vales (vales côncavos), essa área apresenta ainda cabeceiras de drenagem em forma de anfiteatros nas divisas com o SAF-II, área limítrofe entre as escarpas erosivas e os topos planos das chapadas. O Quadro 51 mostra a predominância de vertentes convexas nesse SAF.

Morfologia	*SAF-III (%)*
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas	3,82
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro	3,06
Escarpas Erosivas	0,34
Vertentes Concavizadas	26,81
Vertentes Convexizadas	53,51
Vales Côncavos	12,47
Predominância de Relevos Planos	-

Quadro 51 – Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-V

Os Latossolos Vermelho amarelo predominam nesse SAF, fazendo contato com os Neossolos Quartzarênicos no terço médio das vertentes. Os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos aparecem nos vales côncavos do Rio Araguaia e do Araguainha, conforme observa-se no Quadro 52.

Solos	***SAF-V (%)***
Latossolo Vermelho escuro	-
Latossolo Vermelho amarelo	47,42
Neossolos Quartzarênicos	35,50
Neossolos Cambissólicos	1,5
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	15,55
Argissolos	-

Quadro 52 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-V

Quanto à suscetibilidade, 84,8% da área encontra-se em graus que favoreçam o surgimento de voçorocas, sendo que 38,82% estão em áreas moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas. O Quadro 53 mostra que 15,20% da área não são suscetíveis aos processos erosivos lineares.

Suscetibilidade natural a erosão linear	***SAF-V (%)***
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	15,20
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	0,86
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	38,82
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	34,12
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	11,01

Quadro 53 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-V

O risco à erosão linear no SAF-V é alto em 65,14% da área, o que indica que o uso em áreas que naturalmente são suscetíveis estão elevando esses índices de risco (Quadro 54).

Risco à erosão linear	***SAF-V (%)***
Muito Baixo	8,64
Baixo	6,75
Médio	8,44
Alto	65,14
Iminente	11,03

Quadro 54 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-V

Semelhante ao SAF-IV, o SAF-V possui a classificação das terras baseada na capacidade de uso indicando que toda área encontra-se sobre

classes de capacidades que exigem práticas de manejo bastantes eficazes. O quadro 55 mostra que 40,44% estão classificadas como áreas de Grupo A-Classe IV, e o restante em áreas do Grupo B-Classe VIII e Grupo C-Classe VIII, ou seja, áreas possuem sérios problemas com erosão e áreas destinadas à preservação.

Risco à erosão linear	***SAF-V (%)***
Grupo A – Classe I	-
Grupo A – Classe III	-
Grupo A – Classe IV	40,44
Grupo B – Classe V	10,10
Grupo C – Classe VIII	49,46

Quadro 55 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-V

Apesar do baixo grau de criticidade que apresenta o SAF-V, conforme pode-se observar pelo Quadro abaixo, a área possui 4 ocorrências erosivas, sendo que 2 delas em áreas de agricultura, que predominam no total da área de uso, uma em área de pastagem e uma em área de cerrado arbóreo. Todas essas ocorrências estão relacionadas também a áreas de concavidades com declives entre 6 e 12% .

Sistemas Ambientais Físicos	**Ocorrências Erosivas**	**Pastagem %**	**Agricultura %**	**Total (past+agr.)**	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
5	4	**13,1**	**48,7**	**61,8**	7°	6°	8°

Quadro 56 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-V

5.3.6 – *Sistema Ambiental Físico-VI*

Com cerca de 167,8 km², o SAF-VI encontra-se na porção sul-sudeste da área de pesquisa, no território goiano. Com vertentes que variam de médias a longas, em declividades variando, em sua maioria, entre 3 e 6%, possui aproximadamente 48,27% de sua área com vertentes convexizadas. Já as vertentes concavizadas predominam nas áreas de declividades entre 6 e 12%, assim como os vales côncavos que acompanham o Araguaia. A área também apresenta-se com algumas escarpas erosivas e cabeceiras de drenagem encaixadas e em formas de anfiteatro (Quadro 57). Verifica-se que aparece também porções de áreas planas, que são pequenos topos planos residuais.

Morfologia	*SAF-VI (%)*
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas	3,46
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro	3,89
Escarpas Erosivas	1,94
Vertentes Concavizadas	27,34
Vertentes Convexizadas	48,27
Vales Côncavos	13,58
Predominância de Relevos Planos	1,52

Quadro 57 – Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-VI

Quanto aos solos, predominam os Neossolos Quartzarênicos, além de aparecem Latossolos nos topos residuais. Da mesma forma que em toda área de pesquisa os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos aparecem nos vales côncavos, margeando canais de drenagem, conforme mostra o Quadro abaixo.

Solos	*SAF-VI (%)*
Latossolo Vermelho escuro	2,31
Latossolo Vermelho amarelo	14,56
Neossolos Quartzarênicos	67,65
Neossolos Cambissólicos	1,75
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	13,73
Argissolos	-

Quadro 58 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-VI

A suscetibilidade natural à erosão linear nesse sistema ambiental físico é alta, tendo 90% da área variando entre moderadamente a extremamente suscetível a ravinas e voçorocas, como mostra o Quadro 59. Comparando-se ao risco à erosão linear, nota-se que ele acompanha esse alto valor de suscetibilidade na área, haja visto que cerca de 68,60% está em área de alto risco (Quadro 60).

Suscetibilidade natural a erosão linear	*SAF-VI (%)*
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	9,99
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	1.26
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	28,49
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	47,01
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	13,24

Quadro 59 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-VI

Risco à erosão linear	*SAF-VI (%)*
Muito Baixo	6,06
Baixo	4,36
Médio	7,73
Alto	68,60
Iminente	13,24

Quadro 60 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-VI

A presença de pequenas áreas com predominância de relevos planos e declividades menores que 3% em Latossolos Vermelho amarelo e escuro, torna 1,58% da área apta ao uso agrícola sem problemas de erosão. Por outro lado, 17,37% da área tem capacidade de uso ocasionalmente. Outros 14,31% da área classifica-se em capacidade de uso para pastagens e reflorestamento, mas a grande maioria, cerca de 66.73%, classifica-se como áreas que possuem sérios problemas com erosão e que são, portanto, áreas destinadas à preservação (Quadro 61).

Risco à erosão linear	*SAF-VI (%)*
Grupo A – Classe I	1,58
Grupo A – Classe III	-
Grupo A – Classe IV	17,37
Grupo B – Classe V	14,31
Grupo C – Classe VIII	66,73

Quadro 61 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-VI

Relacionada ao grau de criticidade, o SAF-VI está classificado como a Quarta mais crítica, tanto na sua suscetibilidade natural, quanto ao risco à erosão linear. Com 14 ocorrências erosivas cadastradas, sendo 8 em áreas de pastagens e 6 em áreas de agricultura, apresenta 68,2% do total de sua área ocupada pela agropecuária, indicando um nível de manejo que seja eficiente para fugir dos problemas relacionados à erosão. O Quadro abaixo mostra essa relação.

Sistemas Ambientais Físicos	**Ocorrências Erosivas**	**Pastagem %**	**Agricultura %**	**Total (past+agr.)**	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
6	14	**42,4**	**25,8**	**68,2**	3°	4°	4°

Quadro 62 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-VI

5.3.7 – Sistema Ambiental Físico-VII

Bastante semelhante em suas características com o SAF-VI, o SAF-VII entende-se em 129,1 km² da área total de pesquisa, localizando-se na porção central da área. Apresenta algumas formas de topos tabulares, mas a predominância é de vertentes convexizadas e área de concavidades nos fundos de vales. Como mostra o Quadro 63, a área apresenta cabeceiras de drenagens encaixadas. A declividade predominante varia entre 3 e 12% em vertentes amplas.

Morfologia	***SAF-VII (%)***
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas	3,08
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro	-
Escarpas Erosivas	-
Vertentes Concavizadas	20,85
Vertentes Convexizadas	58,25
Vales Côncavos	16,81
Predominância de Relevos Planos	1,01

Quadro 63 – Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-VII

Os Neossolos Quartzarênicos predominam na área com aproximadamente 67,69, contra 14,21 de Latossolos Vermelho amarelo. Mais uma vez, os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos aparecem nos vales côncavos margeando canais de drenagem (Quadro 64)

Solos	***SAF-VII (%)***
Latossolo Vermelho escuro	-
Latossolo Vermelho amarelo	14,21
Neossolos Quartzarênicos	67,79
Neossolos Cambissólicos	-
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	18,10
Argissolos	-

Quadro 64 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-VII

83,91% da área encontra-se em condições que variam de moderadamente suscetível a extremamente suscetível a ravinas e voçorocas. Cerca de 16,09% da área não é suscetível. Já com relação ao risco à erosão linear, pouco mais de 16% da área encontra-se em áreas de muito baixo ou baixo risco. Porém as áreas de alto risco somam 73,80% do total da área, como observa-se pelos Quadro 65 e 66.

Suscetibilidade natural a erosão linear	*SAF-VII (%)*
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	16,09
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	0,02
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	30,37
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	46,17
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	7,36

Quadro 65 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-VII

Risco à erosão linear	*SAF-VII (%)*
Muito Baixo	10,22
Baixo	5,87
Médio	2,76
Alto	73,80
Iminente	7,36

Quadro 66 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-VII

Quanto à classificação das terras pela sua capacidade de uso, cerca de 50,91% da área apresenta-se no Grupo A-Classe IV, indicando que apenas ocasionalmente essas terras deveriam ser utilizadas para cultura. Pouco mais de 19% está no Grupo B-Classe VII e o restante no Grupo C-Classe VII (Quadro 67)

Risco à erosão linear	*SAF-VII (%)*
Grupo A – Classe I	-
Grupo A – Classe III	-
Grupo A – Classe IV	50,91
Grupo B – Classe V	19,65
Grupo C – Classe VIII	29,44

Quadro 67 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-VII

O grau de criticidade quanto a suscetibilidade natural à erosão no SAF-VII é relativamente baixo, estando na sétima posição. Quanto ao risco, conforme pode observar-se pelo quadro abaixo, o SAF-VIII vai para a Quinta colocação. Com 44% da área destinada ao uso agropecuário, 7 ocorrências erosivas foram cadastradas em áreas de pastagens, 3 em áreas de agricultura e uma em área de cerrado arbóreo aberto, indicando que a suscetibilidade natural aliada ao uso sem manejos eficientes favoreceram os processos erosivos (Quadro 68).

Sistemas Ambientais Físicos	Ocorrências Erosivas	Pastagem %	Agricultura %	Total (past+agr.)	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
7	11	**30,2**	**13,8**	**44,0**	5°	7°	5°

Quadro 68 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-VII

5.3.8 – Sistema Ambiental Físico-VIII

Localizado na porção nordeste da área de pesquisa, o SAF-VIII tem 231,6 km² da área. Esse sistema apresenta formas de topos tabulares e vertentes convexas e côncavas predominando em sua extensão total (Quadro 69). A declividade predominante varia entre 3 e 6%, com aquelas superiores a 12% nas cabeceiras de drenagens e vales côncavos.

Morfologia	***SAF-VIII (%)***
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas	2,79
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro	0
Escarpas Erosivas	0
Vertentes Concavizadas	17,92
Vertentes Convexizadas	60,05
Vales Côncavos	12,17
Predominância de Relevos Planos	7,07

Quadro 69 – Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF-VIII

Os Neossolos Quartzarênicos predominam na área com aproximadamente 47,59%, contra 35,14% de Latossolos Vermelho amarelo, que aparecem nas áreas de relevos tabulares residuais. Os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos aparecem nos vales côncavos margeando canais de drenagem (Quadro 70).

Solos	***SAF-VIII (%)***
Latossolo Vermelho escuro	-
Latossolo Vermelho amarelo	35,14
Neossolos Quartzarênicos	47,59
Neossolos Cambissolicos	-
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	15,74
Argissolos	-

Quadro 70 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF-VIII

Com relação à suscetibilidade natural à erosão linear, o SAF-VIII apresenta 71,84% de sua área em condições que variam de moderadamente suscetível a extremamente suscetível a ravinas e voçorocas. Cerca de 28% da

área não apresenta nenhuma suscetibilidade (Quadro 71). Com relação ao risco à erosão linear, pouco mais de 28% da área encontra-se em áreas de muito baixo ou baixo risco, enquanto as áreas de alto risco aparecem em 61,28% do total da área, como mostra o Quadro 72.

Suscetibilidade natural a erosão linear	*SAF-VIII (%)*
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	28,16
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	0,19
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	29,63
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	37,87
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	4,15

Quadro 71 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF-VIII

Risco à erosão linear	*SAF-VIII (%)*
Muito Baixo	18,75
Baixo	9,48
Médio	6,34
Alto	61,28
Iminente	4,15

Quadro 72 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF-VIII

Ao se verificar a classificação das terras, percebe-se, pelo Quadro 73, que 20,44% da área é apta ao cultivo, enquanto aproximadamente 46% classifica-se como áreas cultiváveis apenas ocasionalmente, e o restante em áreas com sérios problemas de conservação e destinadas a proteção ambiental.

Risco à erosão linear	*SAF-VIII (%)*
Grupo A – Classe I	20,44
Grupo A – Classe III	1,57
Grupo A – Classe IV	29,32
Grupo B – Classe V	15,92
Grupo C – Classe VIII	32,76

Quadro 73 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF-VIII

O SAF-VIII é o mais preservado em sua vegetação original, sendo que apenas 20,4% da área esta sendo utilizada pela agropecuária (Quadro 74). Mesmo sendo de baixa criticidade, nona colocada, a área apresenta 4

ocorrências erosivas, sendo 2 delas ligadas a áreas de agricultura, uma a pastagem e a outra em área de cerrado arbóreo aberto.

Sistemas Ambientais Físicos	Ocorrências Erosivas	Pastagem %	Agricultura %	Total (past+agr.)	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
8	4	**3,7**	**16,6**	**20,4**	8°	9°	9°

Quadro 74 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-VIII

5.3.9 – Sistema Ambiental Físico- IX

Esse SAF está localizado no extremo leste da área, totalizando 115,3 km². Esse sistema apresenta formas de relevos em escarpas erosivas, que são os limites entre esse sistema ambiental e o SAF-II. Em algumas partes do SAF-IX esses limites são áreas planas, porém o que predomina na área, conforme mostra o Quadro 75, são as vertentes convexizadas e concavizadas em declives que variam de 3 a 20%.

Morfologia	***SAF-*** IX ***(%)***
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas	2,67
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro	0,75
Escarpas Erosivas	1,26
Vertentes Concavizadas	24,82
Vertentes Convexizadas	58,18
Vales Côncavos	9,71
Predominância de Relevos Planos	2,60

Quadro 75 – Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF- IX

No conjunto, 75,32% da área apresenta solo do tipo Neossolo Quartzarênico e 20,16% Neossolos Quartzarênicos hidromórficos. Aparecem ainda algumas manchas de Latossolos Vermelho escuro e amarelo, mas que somam apenas 4,55% do total da área do SAF-IX (Quadro 76).

Solos	***SAF-*** IX ***(%)***
Latossolo Vermelho escuro	3,15
Latossolo Vermelho amarelo	1,38
Neossolos Quartzarênicos	75,32
Neossolos Cambissolicos	-
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	20,16
Argissolos	-

Quadro 76 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF- IX

Caracterizada como sendo de alta suscetibilidade natural à erosão linear, o SAF-IX apresenta mais de 91% de suas áreas variando de

moderadamente suscetível a extremamente suscetível a ravinas e voçorocas. Apenas 8,33% da área encontram-se em áreas não suscetíveis (Quadro 77).

Suscetibilidade natural a erosão linear	***SAF-*** IX ***(%)***
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	8,33
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	0,02
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	28,40
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	55,43
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	7,82

Quadro 77 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF- IX

Quanto ao risco à erosão linear, 72,09% da área se encontra em alto risco. Pouco mais que 8% classificam-se de baixo risco (Quadro 78).

Risco à erosão linear	***SAF-*** IX ***(%)***
Muito Baixo	6,59
Baixo	1,75
Médio	11,75
Alto	72,09
Iminente	7,83

Quadro 78 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF- IX

Outra característica marcante desse SAF, é a sua classificação das terras, que possui mais de 76% de sua área destinada a proteção/preservação ambiental (Grupo C-Classe VIII), conforme observa-se no Quadro abaixo.

Risco à erosão linear	***SAF-*** IX ***(%)***
Grupo A – Classe I	-
Grupo A – Classe III	-
Grupo A – Classe IV	10,78
Grupo B – Classe V	11,02
Grupo C – Classe VIII	76,35

Quadro 79 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF- IX

Apesar de ser o segundo mais preservado em sua vegetação original, sendo que apenas 28% da área está sendo utilizada pela agropecuária, o SAF-IX possui alto grau de criticidade, estando em sexta posição na classificação (Quadro 80). Também possui uma alta criticidade em suscetibilidade, estando

na terceira posição. Possui 12 ocorrências erosivas, sendo 5 em áreas de agricultura, 3 em áreas de pastagens, 3 em áreas de cerrado arbóreo e uma em área de cerrado arbóreo aberto.

Sistemas Ambientais Físicos	**Ocorrências Erosivas**	**Pastagem %**	**Agricultura %**	**Total (past+agr.)**	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
9	12	**13,8**	**14,1**	**28,0**	4°	3°	6°

Quadro 80 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-IX

5.3.10 – Sistema Ambiental Físico- X

Localizado na parte centro-oeste da área, ocupa um total de 131,06 km² de áreas com longos comprimentos de rampa e declividades que variam de 6 a 20%. A predominância de vertentes convexizadas é bem superior as demais formas de relevo (Quadro 81), tendo como destaque também os vales côncavos do Córrego Araguainha.

Morfologia	***SAF-* X *(%)***
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas	3,22
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro	1,79
Escarpas Erosivas	2,81
Vertentes Concavizadas	16,45
Vertentes Convexizadas	57,49
Vales Côncavos	17,97
Predominância de Relevos Planos	0,27

Quadro 81 – Tabela com a porcentagem de classes de tipos de relevos no SAF- X

Com relação aos solos, em 80,31% da área predominam os Neossolos Quartzarênicos. O Latossolo Vermelho escuro e os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos aparecem com 8,24 e 8,51% respectivamente. Aparece também, nesse SAF, uma mancha de Neossolos Cambissolicos, conforme mostra o Quadro 82.

Solos	***SAF-* X *(%)***
Latossolo Vermelho escuro	8,24
Latossolo Vermelho amarelo	-
Neossolos Quartzarênicos	80,31
Neossolos Cambissolicos	2,94
Neossolos Quartzarênicos hidromórficos	8,51
Argissolos	-

Quadro 82 – Tabela com a porcentagem de tipos de solos no SAF- X

O SAF-X foi aquele que apresentou a maior porcentagem de áreas que variam entre moderadamente suscetíveis e extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas com aproximadamente 94,74% do total de áreas (Quadro 83). Da mesma forma, apresentou também altos índices de áreas com risco à erosão linear, conforme mostra o Quadro 84, sendo que 74,67% da área caracteriza-se como sendo de alto risco e cerca de 13,78% de risco iminente.

Suscetibilidade natural a erosão linear	***SAF-*** X ***(%)***
Não suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	5,26
Suscetível a ravina e não suscetível a voçoroca	1,36
Moderadamente suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	27,79
Muito suscetível a ravina e pouco suscetível a voçoroca	51,65
Extremamente suscetível a ravina e a voçoroca	13,94

Quadro 83 – Tabela com a porcentagem de suscetibilidade natural à erosão linear no SAF- X

Risco à erosão linear	***SAF-*** X ***(%)***
Muito Baixo	3,91
Baixo	2,45
Médio	5,19
Alto	74,67
Iminente	13,78

Quadro 84 – Tabela com a porcentagem de Risco à erosão linear no SAF- X

Com relação à capacidade de uso, o SAF-X tem mais de 62% de sua área destinada a proteção/preservação ambiental (Grupo C-Classe VIII). Outros 12,69% são de áreas aptas a pastagens ou reflorestamento e com sérios problemas com erosão. 17,71% de sua área é apta ao cultivo apenas ocasionalmente, enquanto que apenas 6,87% da área destina-se ao cultivo em terras sem problemas ou com problemas simples de erosão (Quadro 85).

Risco à erosão linear	***SAF-*** X ***(%)***
Grupo A – Classe I	1,05
Grupo A – Classe III	5,82
Grupo A – Classe IV	17,71
Grupo B – Classe V	12,69
Grupo C – Classe VIII	62,73

Quadro 85 – Tabela com a porcentagem de Classificação das terras no SAF- X

Sendo o mais crítico de todos os demais sistemas ambientais, tanto em suscetibilidade, quanto em risco à erosão linear, o SAF-X tem 10 ocorrências erosivas cadastradas, todas elas em áreas de pastagens, que ocupam 46,8% do total da área, enquanto que as áreas de cultura somam 19,2% (Quadro 86).

Sistemas Ambientais Físicos	**Ocorrências Erosivas**	**Pastagem %**	**Agricultura %**	**Total (past+agr.)**	Grau de Criticidade		
					Por ocorrências erosivas	*Por Suscetibilidade Natural á Erosão Linear*	*Por Risco á Erosão Linear*
10	10	**46,8**	**19,2**	**66,0**	6°	1°	1°

Quadro 86 – Ocorrências erosivas, agropecuária e grau de criticidade no SAF-X

Como forma de subsídio ao planejamento e ao manejo das terras do Setor sul do alto curso do Rio Araguaia, as Cartas de Suscetibilidade à Erosão Linear e a de Risco ã Erosão Linear, juntas, permitem estabelecer os parâmetros suficientes ao direcionamento de tomadas de decisões ao uso racional dos recursos ali existentes. Sendo assim, a carta de Sistemas Ambientais Físicos, por sua vez, indicou as áreas a serem planificadas, já que quando analisadas sob o aspecto de uso das terras, torna-se por si só, Unidades Ambientais de Planejamento, já que suas características físicas correlacionadas com os tipos de uso, estabelecem graus diferenciados, tanto de suscetibilidade, quanto de risco. O capítulo próximo desse trabalho traz as recomendações necessárias às modificações nas formas de uso das terras, tendo como parâmetros os dados discutidos nessa parte.

VI – PLANEJAMENTO GEOAMBIENTAL DO SETOR SUL NO ALTO CURSO DO RIO ARAGUAIA

Como se pode observar pelo exposto, as altas suscetibilidades aos processos erosivos lineares, bem como os altos graus de risco que a maioria da área da pesquisa está, correlacionam-se com a falta de práticas adequadas de manejo e o uso intensivo pela agropecuária.

Feitos então os estudos relativos às características do meio físico, identificando-se as áreas mais críticas aos processos erosivos, assim como as áreas críticas ao uso e correlacionando-as aos sistemas ambientais, tem-se as áreas prioritárias quanto ao manejo, fechando, assim, os subsídios ao planejamento geoambiental no setor sul do alto curso do Rio Araguaia.

Nesse sentido são discutidos nesse capítulo os subsídios ao planejamento geoambiental, baseando-se pelas diretrizes de manejo e pelas áreas prioritárias de planejamento.

6.1 – DIRETRIZES DE MANEJO

Conforme foi verificado na área de pesquisa, as ocorrências erosivas, em sua maioria, estão ligadas a canais de drenagem de primeira ordem, geralmente em áreas de concavidades com declives que variam entre 6 e 20%. Portanto o disciplinamento do uso das terras nessas áreas são essenciais ao bom funcionamento dos fluxos hídricos, tanto superficiais, quanto subsuperficiais. É bastante recomendável rever o desmatamento generalizado que envolve as cabeceiras de drenagens e sua vegetação ciliar numa faixa de pelo menos 50 m (MARINHO *et. al.*, 2003), já que a legislação atual recomenda faixas inferiores na área de pesquisa (30 m), não contemplando satisfatoriamente a retenção ou minimização dos impactos de fluxos hídricos,

uma vez que no final do período chuvoso o lençol freático, já bastante elevado, proporciona a saída do excedente hídrico nessas áreas de concavidades e em solos extremamente friáveis. Além disso, a revegetação nas bordas das chapadas também se torna diretriz fundamental.

Outra medida de disciplinamento dos fluxos hídricos relaciona-se à alteração do direcionamento de estradas e caminhos (retificação e caixas dispersoras), bem como o controle das trilhas de gado e cercas divisórias. É bastante comum a associação de voçorocas com o delineamento desses caminhos, que quase nunca observam a topografia do terreno e acabam se tornando concentradores de enxurradas, pois são convergentes aos embaciados.

As práticas de caráter vegetativo devem envolver diversas práticas que contribuam no controle dos processos erosivos. O plantio em nível auxilia bastante na prevenção dos processos erosivos, no entanto é recomendável que ele seja feito consorciado com outras práticas de manejo, já que a destruição de uma fileira poderá desencadear um processo erosivo para jusante. O que pode contribuir no plantio de nível, é o plantio de uma faixa de vegetação permanente, com plantas perenes com boa densidade de cobertura e de sistema radicular profundo, além de crescimento rápido que quando dispostas em faixa, possam formar cordões permanentes de proteção.

O plantio direto também traz bons resultados no controle de processos erosivos, já que não existe a movimentação do solo antes do plantio e evita a formação de sulcos, dificultando assim a possibilidade de desagregação das partículas de solo.

A rotação de culturas, desde que também seja praticada em nível, pode auxiliar na minimização de prováveis impactos por processos erosivos, até mesmo em áreas de pastagens, já que permite, além de trocar o tipo de cultura, promover a alternância do uso de determinadas áreas, eliminando alguns impactos indesejáveis.

6.2 – ÁREAS PRIORITÁRIAS DE PLANEJAMENTO

Observados os graus de criticidade em cada sistema ambiental, que para fins de planejamento foram caracterizados como unidades ambientais, foi possível estabelecer as prioridades e recomendações para essas unidades. Dessa forma facilita-se conceber as ações de manejo específicas para cada área.

Convém ressaltar que as áreas delimitadas como sendo extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas, bem como as áreas de risco iminente, independente do grau de criticidade de qualquer um dos sistemas ambientais, deverão permanecer intactos, no caso daquelas áreas onde não tenha sido modificada de sua condição natural, ou recuperada, quando da sua modificação por qualquer tipo de uso. Essas áreas são as cabeceiras de drenagem (encaixadas ou em formas de anfiteatro), as escarpas erosivas e os vales côncavos que são os fundos de vales que margeiam o Rio Araguaia e seus afluentes.

O SAF-II apresentou a menor criticidade por suscetibilidade e risco à erosão linear, portanto ele se caracteriza como uma unidade de planejamento em que a utilização das terras, conforme sua capacidade permita, não sofra nenhuma restrição, bastando, sobretudo, respeitar a legislação referente à manutenção das áreas de preservação permanente nas bordas de chapada (revegetação imediata das bordas de chapada), bem como fazer a manutenção de estradas e caminhos (caixas dissipadoras, lombadas e sangradouros laterais), no sentido de diminuir o volume e velocidade da enxurrada no seu leito.

Os SAF-V e VIII assemelham-se em seus graus de criticidade e, por isso receberam as mesmas recomendações de manejo, sobretudo nas áreas de agricultura, que devem dar preferência ao plantio direto e em nível, procurando observar também a convergência das estradas e caminhos, que preferencialmente não acompanhem o declive topográfico do terreno.

Nas áreas de pastagens dos SAF-V e VIII, recomenda-se a rotação de pastos, a fim de se evitar o desgaste excessivo dos solos por pisoteio. Além disso recomenda-se a instalação de bebedouros nos pastos para que seja evitado que os animais tenham que descer até rios em busca de água, evitando com isso a formação de trilhas, que, nessas áreas, facilitam ainda mais os processos erosivos lineares.

Os SAF-I, III e VII também são semelhantes entre si em nível de criticidade. Nessas unidades a preocupação perpassa pela utilização das terras em locais não recomendados segundo sua capacidade de uso, bem como em áreas de alta suscetibilidade e risco à erosão linear. A maioria dos processos erosivos ocorre em áreas de pastagens, indicando que as amplas colinas, características dessas unidades, devem ser manejadas em acordo com suas limitações.

A principal indicação para essas áreas é a recomposição da vegetação ciliar em faixa com pelo menos 50m de largura em cada lado marginal do eixo de drenagem, independentemente da largura deste, haja visto que nessas áreas o lençol freático sobe muito no final do período chuvoso, podendo até exflitrar gerando o acúmulo hídrico superficial episódico em áreas de Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos, favorecendo os processos erosivos ou potencializando os já instalados. Aliado a isso, tem-se também o pisoteio do gado que, em busca de água nos canais de drenagem, promove o surgimento de sulcos e ravinas, que rapidamente podem interceptar o nível freático.

Quanto às áreas de uso agrícola, sugere-se o plantio direto e em nível, além de verificar as estradas e caminhos divisores de áreas, assim como as divisas de propriedades, que em sua maioria estendem-se por quilômetros em longos comprimentos de rampa, facilitando a concentração dos fluxos de água. A aplicação de camalhões revegetados também auxiliam no aumento das taxas de infiltração, evitando com isso o transporte excessivo de partículas de solo.

Os quatro últimos sistemas ambientais (IV, VI, IX e X), são aqueles em estado atual mais crítico e que apresentam paralelamente alto grau de criticidade por suscetibilidade e risco à erosão linear. Além disso são também aqueles que possuem grande número de focos erosivos de grande porte.

Sendo assim, naturalmente, essas áreas já estão suscetíveis a desenvolver processos erosivos, o que limita em muito o seu uso agropecuário quando se observa os setores de alta suscetibilidade. Além disso, os graus de risco também elevado nessas áreas indicam que o ideal seria o reordenamento do uso, levando-se em consideração a capacidade de uso das terras. Nos poucos setores indicados como aptos ao uso agropecuário, ainda assim as recomendações de manejo são importantes e devem ser garantidas, já que, em sua maioria, são restritos e estão contidos em áreas que não têm aptidão para esse tipo de uso.

Tanto em áreas de uso agrícola como de pecuária, deve-se evitar que estradas, caminhos e trilhas sejam convergentes com os declives. Além disso a construção de caixas dissipadoras, lombadas e sangradouros laterais, também auxiliam na prevenção de concentração dos fluxos. Cercas de pastos e divisórias de propriedades do mesmo modo também devem evitar convergências com as topografias dos terrenos.

O manejo de gado deverá ser o mesmo que aquele indicado para as demais unidades de planejamento, sendo de extrema importância a criação de bebedouros nos pastos, a melhoria destes, a rotação de pastagens, além de evitar-se o superpastoreio. Já nas áreas de cultura, o plantio em nível e a utilização de camalhões revegetados e estabilizados, também devem ser garantidos nessas áreas.

Em resumo, as práticas conservacionistas aqui recomendadas são bastante conhecidas e classificadas em práticas mecânicas, vegetativas e edáficas (Lepsch, 2001) que seriam de fácil aplicação e custo não muito elevado, sobretudo considerando-se que é uma área de grandes propriedades rurais e produtivas.

Além disso, o sistema de manejo ressalta a necessidade de uma correta implantação do plantio direto (plantio na palha) no que se refere às áreas agrícolas e a revegetação imediata das Áreas de Preservação Permanente (nascentes, faixas marginais aos canais e bordas das chapadas) embora a recomposição das faixas ciliares, quanto à sua largura, deva ser aumentada em relação ao grau que determina a legislação ambiental, devido à dinâmica hidropedológica e o risco à erosão constatado para esses setores.

Quanto às nascentes, deve-se observar todos os setores de concavidade que correspondem às áreas de contribuição, as quais variam de nascente para nascente.

VII – CONCLUSÕES

- O desenvolvimento de um estudo integrado dos componentes da paisagem, através da abordagem sistêmica, mostrou-se satisfatório nessa pesquisa, pois possibilitou estabelecer uma análise dos sistemas ambientais delimitados bem como aprofundar a identificação de áreas suscetíveis e de risco à erosão linear. Além disso, possibilitou identificar e delimitar 10 sistemas ambientais físicos diferentes, auxiliando na sua interpretação quanto aos tipos de uso das terras e correlaciona-los com os graus de criticidade quanto à diversidade das suscetibilidades e riscos.

- Os estudos mais apurados do caráter sócio-econômico desenvolvidos nessa pesquisa levou em consideração apenas o tipo de uso das terras, sendo que o aprofundamento dessas dados, tanto de estrutura fundiária, quanto de práticas de manejo adotadas em cada uma delas, poderão melhorar ainda mais o conhecimento daqueles ambientes, mas fugiram ao escopo desse trabalho.

- Os estudos indicaram que 94,5% do total das áreas de pesquisa encontram-se em classes de suscetibilidade à erosão linear que variam de moderadamente suscetível a ravina a extremamente suscetível a ravina e voçoroca. Revelaram ainda que 80,27% dessas áreas estão sendo utilizadas por atividades agropecuárias não recomendadas, já possuindo 86 ocorrências erosivas das 91 cadastradas na escala 1/60.000, corroborando a interpretação quanto à discrepância de uso, das quais 80 se instalaram em consequência das transformações de uso nas últimas 3 e 4 décadas.

- Com relação ao risco à erosão linear, 80,52% da área encontra-se classificada entre médio a risco iminente, sendo que, desse total, 76,31% das áreas estão sendo utilizadas para atividades agropecuárias, já contendo 86 ocorrências erosivas.

- A identificação dos sistemas ambientais permitiu, além de conhecê-los individualmente em suas características físicas e de uso, estabelecer graus de criticidade em função de sua suscetibilidade e risco à erosão linear, o que os tornaram, por si só unidades ambientais a serem alvo de ações de planejamento.

- Os sistemas ambientais mais críticos identificados foram os de número IV, VI, IX e X. Os sistemas ambientais I, III e VII foram classificados com um grau de criticidade alto. Os sistemas ambientais V e VIII caracterizaram-se como sendo de média criticidade, enquanto que apenas o sistema ambiental II foi considerado de baixa criticidade. Esses dados podem corresponder a uma ordenação em termos de prioridade de ações.

- Entretanto, quanto ao planejamento geoambiental do setor sul do alto curso do Rio Araguaia como um todo, verificou-se que toda a área necessita de um plano de manejo do uso das terras de forma a readequa-las sem grandes mudanças de uso, com exceção das Áreas de Preservação Permanente, em vista das limitações impostas pela suscetibilidade e risco a erosão linear. Portanto há também setores críticos que demandam reordenamento de uso.

- Recomenda-se que tanto o plano de manejo como o reordenamento de uso sejam feitos por propriedade rural, porém num contexto de microbacia hidrográfica, de modo a garantir a aplicação do Plano Nacional de Microbacias Hidrográficas em vigor. Para tanto será necessário a implantação de um Plano Diretor de Controle de Erosão que contemple prioritariamente as ações preventivas, intimamente relacionadas com o manejo.

- Quanto aos focos erosivos já existentes de grande porte, devido aos elevados custos de obras de engenharia para a recuperação, recomenda-se medidas apenas de contenção que contemple necessariamente suas áreas de contribuição e não apenas o foco erosivo.

- Levando-se em consideração que a dinâmica constatada na área estudada extrapola os limites do setor sul da alta bacia, projetando para o norte da área, onde os arenitos e solos arenosos também ocorrem, torna-se de fundamental importância o entendimento de que esse quadro também se estende para essas áreas, que estão a requerer os mesmos estudos.

- Individualmente essa pesquisa trouxe a oportunidade de atualização nos conceitos teórico-metodológicos da Geografia, possibilitando a sua aplicação de maneira a estabelecer o conhecimento da estrutura e funcionamento de um ambiente onde a relação sociedade X natureza promoveu consideráveis modificações na paisagem nas ultimas 3 e 4 décadas. Além disso, trouxe consigo a possibilidade de aprofundar os conhecimentos em práticas de planejamento de uso das terras.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA FILHO, G.S. *Diagnóstico, prognóstico e controle de erosão.* In: VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia. 2001. Apostila.

BARBALHO , M. G. da S. ; SILVA, A. A. ; RAMOS, D; XAVIER, L.S.; PEREZ FILHO, A.; CASTRO S. S. *Caracterização Geo-Ambiental: Uso e Ocupação das Terras – Região do Alto Curso do Rio Araguaia – (GO/MT).* Anais VIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada , Recife, novembro 2001.

BARBALHO, M. G. da S. *Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e controle dos processos erosivos lineares da Alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT).* Dissertação de Mestrado. IESA/UFG. 2002.

BARBOSA, S.R.C.S. *Qualidade de Vida e Suas Metáforas*: Uma reflexão sócio-ambiental. Tese de Doutorado. IFCH – UNICAMP. 1996.

BARREIRA, A.M.C.C. *Região da Estrada de Boi* – Usos e Abusos da Natureza. Editora UFG, Goiânia, 1997.

BERTOLINE, D. & LOMBARDI NETO, F. Controle de Voçorocas in: Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água. Tecnologias Disponíveis para a Implementação de Técnicas Complementares no Solo, vol. V; Centro de Comunicação Rural - CECOR - CATI/SAA, Campinas - S.P, 1994.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo, v. 1, n. 13, p. 1-27, 1972.

BRITO, F.A.; CÂMARA, J.B.D. *Democratização e Gestão Ambiental*: em busca do desenvolvimento sustentável. Petrópolis, RJ. Ed. Vozes. 1998

CAMPOS, A. B; MATIAS, J. O.; CASTRO,S. S.; MEDEIROS, C. A. Análise da Evolução do Uso do Solo e de suas Conseqüências Ambientais na Alta Bacia do Rio Araguaia. Anais do VII Simpósio de Geografia Física Aplicada. UFMG, Belo Horizonte 1999.

CANIL, Kátia. *Processos Erosivos e Planejamento Urbano:* Carta de Risco de Erosão das Áreas Urbana e Periurbana do Município de Franca - SP. Universidade de São Paulo – FFLCH. Dissertação de Mestrado. 2000.

CAYSSIALS, R.; LONG, M.; PESCE, F. *Erosion de Suelos y Propuesta de Gestion Sustentable*. In: VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Curitiba. 1997. Anais Vol. I pp.: 327-331

CASTRO, S.S.; SALOMÃO, X.F. *Compartimentação Morfopedológica e sua Aplicação*: Considerações Metodológicas. Revista GEOUSP. N 07. 2000.

CASTRO, S. S.; BORGES C.A. OLIVEIRA C. J.; SILVA A. A.. The Upper Araguaia Basin and Efects of Human-Induced Erosion, Boletim Goiano de Geografia/Universidade Federal de Goiás, IESA (Geografia). Vol.19, n1: p. 128-139, 1999.

CASSIANO RICARDO. *Marcha para oeste*. 4. ed. São Paulo: Editora José Olympio. 1970. v. 1. 661 p.

CELG - Centrais Elétricas de Goiás S/A ; SMET - Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações, Programa de Salvamento das Nascentes do Rio Araguaia. Levantamentos de Campo para Elaboração de Projetos de Recuperação das Voçorocas. Goiânia, 1998.

CENDRERO, A.C. U. *Una Mirada Al Estado Del Sistema Terrestre. Qué Sabemos Sobre el Cambio Global?*. Madrid, Real Academia de Ciencias. 2000.

CERRI, L.E.S. Riscos geológicos associados a escorregamentos: *uma proposta para a prevenção de acidentes*. Rio Claro. UNESP. Tese de Doutoramento, 1993.

CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Eds.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE. 1998.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Análise de Sistemas em Geografia*. São Paulo, Hucitec, 1979.

_____, Antônio. Definição e Objeto da Geografia. *Geografia*, v. 1, n. 8, p. 1-28, 1983.

_____, Antônio. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. *Boletim de Geografia Teorética*, p. 119-128, 1987.

_____, Antônio. Geografia: da antiguidade à pós-modernidade. *Geonotas*, Maringá, v. 1, n. 2, p. 13-17, 1997.

_____, Antônio. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2000.

_____, Antônio. A Geografia Física no Estudo da Mudanças Ambientais. In: *Geografia e Meio Ambiente no Brasil* (BECKER, B.K.; CHRISTOFELETTI, A.; DAVIDOVICH, F.R.; GEIGER, P.P, EDs). 3. ed. São Paulo: Hucitec. 2002.

DEL PRETTE, M.E. Diagnóstico para Planejamento e Estudos Interdisciplinares: a Contribuição das Disciplinas Sócio-econômicas. In: Revista do Departamento de Geografia – FFLCH-USP, nº 10 (pp 109 – 116). São Paulo, 1996.

DUARTE, Aluízio Capdeville. Estrutura do espaço regional. In: *Geografia do Brasil*: Região Centro-Oeste. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 1988. v. 1. 268 p.

EMBRAPA .Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação: Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

FARIA, R. A. *Uso do Solo na Bacia do Alto Araguaia, Estados de Goiás e Mato Grosso*: Revisão sobre a importância do mapeamento atual. Monografia, UFG/IESA, 2001.

FERRARI, O.F. Industria. In: Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 1988. v. 1. 268p.

GERASIMOV, I. *Problemas metodológicos de la ecologización de la ciencia contemporanea*. In: La Socieda y el Medio Natural. Moscou. Ed. Progresso. 1980. pp. 57-74.

GOMES, H.; NETO, A.T. *Geografia Goiás-Tocantíns*. 1. ed. Goiânia: Centro editorial e gráfico/UFG. 1993. 227 p.

GONÇALVES, C.W.P. *As Minas e os Gerais:* breve ensaio sobre desenvolvimento e sustentabilidade a partir da geografia do norte de Minas. In: VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Curitiba. 1997. Anais Vol. I pp.: 244-260

GREGORY, K.J. *A natureza da Geografia Física*. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil S.A. 1992.

GRYGORIEV, A.A. *The Theoretical Fundaments of Modern Phisical Geograph*. In: The Interaction oh Sciences in the Study of the Earth. Moscow. 1968. p. 77-91

GUERRA, A.T.; CUNHA, S. B. (orgs.). *Geomorfologia e Meio Ambiente* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. *Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe--Paranapanema.* São Paulo. 6 v. (IPT - Relatório 24 739). 1986.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Investigação, caracterização para o controle corretivo e preventivo de nove feições erosivas lineares e respectivas bacias de contribuição – Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia GO/MT. Relatório 36904. São Paulo. 1998.

LEPSCH, I. *Manual para o Levantamento do Meio Físico de Classificação das Terras no Sistema de Capacidade de Uso*. Campinas, Soc. Brás. de Ciência do Solo. 1991

LEPSCH, I. F. *Solos:* formação e conservação. São Paulo: Melhoramentos, Instituto Nacional do Livro, Editora da Universidade de São Paulo. 1996.

LIBAULT, A. *Os Quatro Níveis da Pesquisa Geográfica*. Métodos em Questão, 1, IGEOG-USP. 1971.

MARINHO, G.V.; CASTRO, S.S., CAMPOS, A.B., SALOMÃO, F.X.T, VECHIATO, A. *Estudo piezométrico para diagnostico de suscetibilidade a voçorocamento na Alta Bacia do Rio Araguaia (GO).* In: XXIC Congresso Brasileiro de ciência do Solo. Ribeirão Preto. 2003.

MARTINS, José de Souza. *Fronteira*: a degradação do outro nos confins do humano. 1. ed. São Paulo: Hucitec. 1989.

MEDERIROS, C. M. *Análise da estrutura fundiária e o uso e maneja da terra nas sub-bacias críticas de erosão linear do Alto Araguaia.*. Monografia, UFG/IESA, 2002.

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

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, IBGE, 1979.

NÓBREGA, M.T.; GASPARETTO, N.V.L.; NAKASHIMA, P. Metodologia para Cartografia Geotécnica de Umuarama, Paraná. In: *Boletim de Geografia*. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia. N 01. 1992.

OGURA, A.T. Análise de riscos geológicos em planos preventivos de defesa civil. In: BITAR, O.Y. *Curso de Geologia de engenharia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: ABGE. 1995.

OLIVEIRA, A.U. *Geografia das lutas no campo*. 6. ed. São Paulo: Contexto. 1996. 128 p.

OLIVEIRA, C. J. F. *A Suscetibilidade dos Solos aos Processos Erosivos Lineares nas Sub-Bacias do Alto Rio Araguaia e Rio Babilônia*. Monografia UFG/IESA, 1998.

PENTEADO, M.M. *Metodologia Integrada no Estudo do Meio Ambiente*. Geografia, n. 10. São Paulo. 1985

PRANDINI, F.L.; NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; DINIZ, N.C. Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. In: BITAR, O.Y. *Curso de Geologia de engenharia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: ABGE. 1995.

QUEIROZ NETO, P.J. *Erosão dos Solos Tropicais e seu Controle*: O Exemplo do Estado de São Paulo. Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão – Goiânia, 2001.

RAMOS, D.R.M. E CAMPOS, A.B. *Análise pentadial e dos totais pluviométricos e suas influências no desenvolvimento dos processos erosivos lineares na alta bacia do rio Araguaia-GO*. VII SNCE, Goiânia. 2001.

RAMOS, D.R.M. *Análise e distribuição temporal das precipitações na Alta Bacia do Rio Araguaia e suas relações com os processos erosivos lineares*. Monografia, UFG/IESA, 2003.

RESENDE DE SOUZA, E.; FERNANDES, M.R. Sub-bacias Hidrográficas: *unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentável das atividades rurais*. INFORME AGROPECUÁRIO, Vol. 21, N 207, p. 15-20, 2000.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. de, (ed.). *Cerrado:* ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p.89-166

RIOS, C.W.P; DEL´ARCO, D.M.; FRAGA, A.G.C.; MOREIRA, M.L.O.; POTIGUAR, L.A.; LIMA, J.P.S.; FREIRE, E.C.; AGUIAR, T.C.; MAGNAGO, A.A.; BARRUCHO, R.C.N.; MATOS, S. *Metodologias e Procedimentos para Análise Ambiental.* In: VI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Curitiba. 1997. Anais Vol. I pp.: 522-527

RODRIGUES, I.A. *Áreas Naturais Sob Proteção. Estabelecimento e Avanços nas Medidas de Conservação Ambiental*: Um estudo no Vale do Ribeira – SP. Dissertação de Mestrado. IFCH – UNICAMP. 1995.

ROMANO, P.A. *Organização da agricultura nos cerrados*. In: Simpósio sobre o potencial agrícola dos cerrados. Goiânia: Fundação Cargill/Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária. 1985. pp. 153 – 166.

ROSS, J.L.S.; SIMÕES, W.C.; MORAIS, P.B.L.; Del PETRE, M.E.; (Consultores). *Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai* – PCBAP. Brasília. PNMA – Programa Nacional do Meio Ambiente. 1995.

_____, J.L.S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A.J.T.G; CUNHA, S.B (Organizadores). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

_____, J.L.S. *Geomorfologia e Geografia Aplicadas à Gestão Territorial*: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental. Tese de Livre Docência. FLCH – Universidade de São Paulo. 2001.

ROUGERIE, G. & BEROUTCHVILI, N. *Géosystèmes es paysages:* Bilan et Méthodes. Paris, Librairie Armand Colin, 1991.

SALOMÃO, X. F. *Processos erosivos lineares em Bauru (SP)*: regionalização Cartográfica Aplicada ao Controle Preventivo Urbano e Rural. São Paulo: Tese de Doutoramento. Universidade de São Paulo, 1994.

_____, Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: Guerra, A. T. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações, . Rio de Janeiro, Bertrand do Brasil, 1999.

SANTOS, A . P; FORESTI, C; NOVO, E. M. L.; NIERO, M.; LOMBARDO, M. A . *Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento no Uso da Terra*. São José dos Campos: INPE, 1981.

SANTOS, M. *Espaço e método*. São Paulo: NOBEL, 1985.

SANTOS, R. R. As *Variáveis Morfométricas das Vertentes e sua Importância nos Processos Pluvi-erosivos Lineareas da Sub bacia do Alto Rio Araguaia (GO/MT)*. Monografia UFG/IESA, 2001.

SHIKI, Shigeu. Sistema agroalimentar no cerrado brasileiro: caminhando para o caos?. In: *Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade no cerrado*. 1. ed. Uberlândia: UFU. 1997. 372 p.

SILVA, A.A. *Estudo das relações entre o sistema viário, a rede de drenagem e as ocorrências erosivas lineares da bacia do Alto Rio Araguaia*. Monografia, IESA-UFG, 2000.

_____, A . A. *Discrepância entre Uso e Capacidade de Uso das Terras do setor Sul da Alta Bacia do Rio Araguaia*. In.: XIII Encontro Nacional de Geoógrafos. Anais. João Pessoa-PB. 2002.

SOARES, P. C. & FIORI, D.P. *Lógica e Sistemática de Análise e Interpretação de Fotografia Aérea em Geologia*. Notícia Geomorfológica, n. 16 (32), 1976.

SOTCHAVA, V.B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. *Biogeografia*, São Paulo, v. 1, n. 14, p. 1-24, 1978.

_____. O estudo dos geossistemas. *Métodos em Questão*, São Paulo, v. 1, n. 16, p. 1-51, 1977.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1977.

WWF. *Subsídios para discussão*: diretrizes políticas para Unidades de Conservação. 1994.

XAVIER, L.S. Levantamento do Uso e Ocupação do Solo em Amorinópolis – GO. Monografia. UFG-IESA. 1996.

ZUQUETE, V.L.; Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e proposta Metodológica para as Condições Brasileiras. São Carlos. UNESP. (Tese Doutorado) Vols. 1, 2, 3. 1987.

ZUQUETE, V.L.; NAKAZAWA, V.A. Cartas de Geologia de Engenharia. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Eds.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE. 1998.

ZUQUETTE, L.V.; PEJON. O. J.; GANDOLFI, N.; RODRIGUES, J.E. *Mapeamento geotécnico*: parte 1 - atributos e procedimentos básicos para elaboração de mapas e cartas. GEOCIÊNCIAS, Vol. 16, 2, p. 491-524, 1999.

ANEXOS

FIGURA - 02

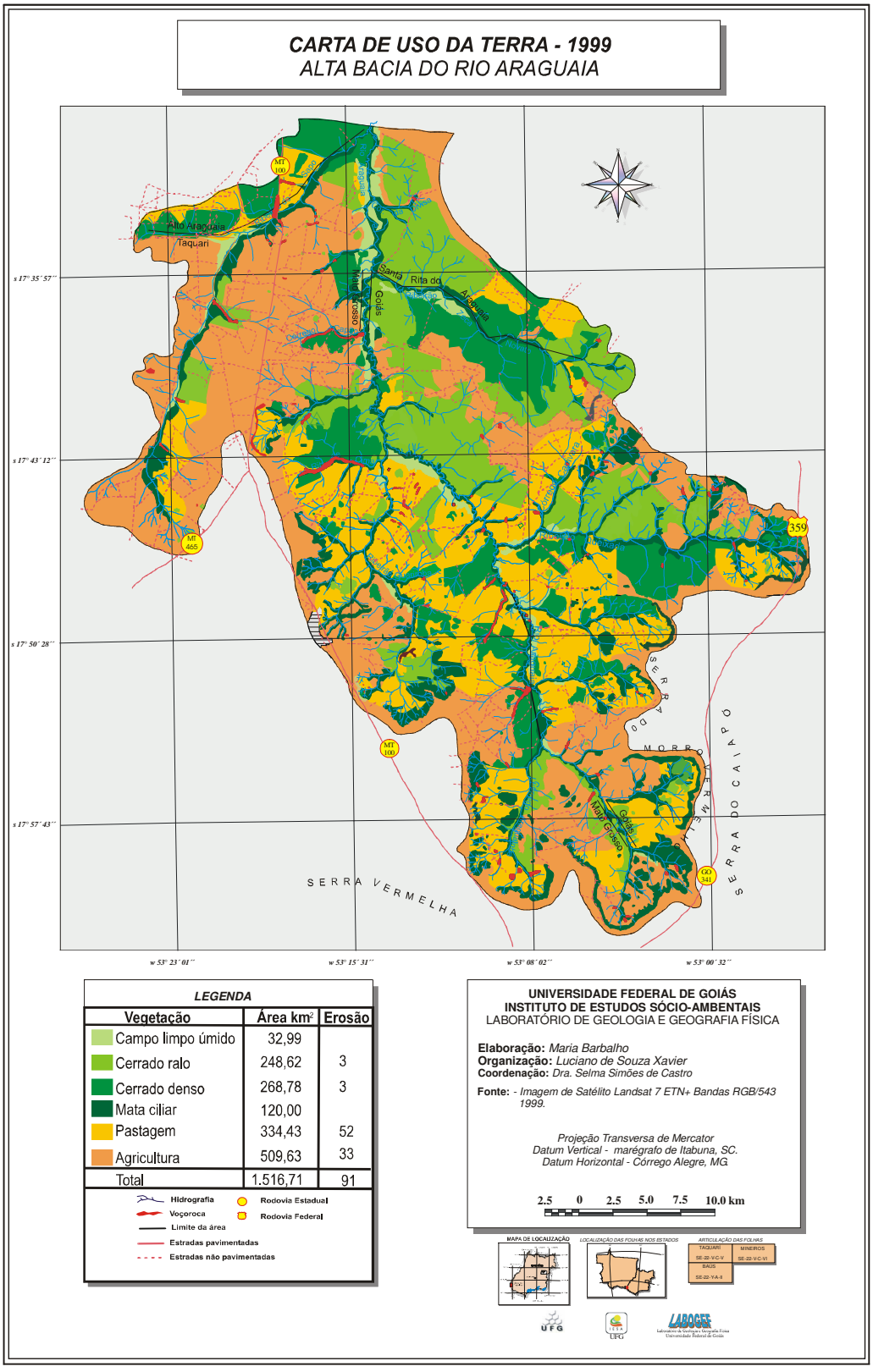


FIGURA - 03

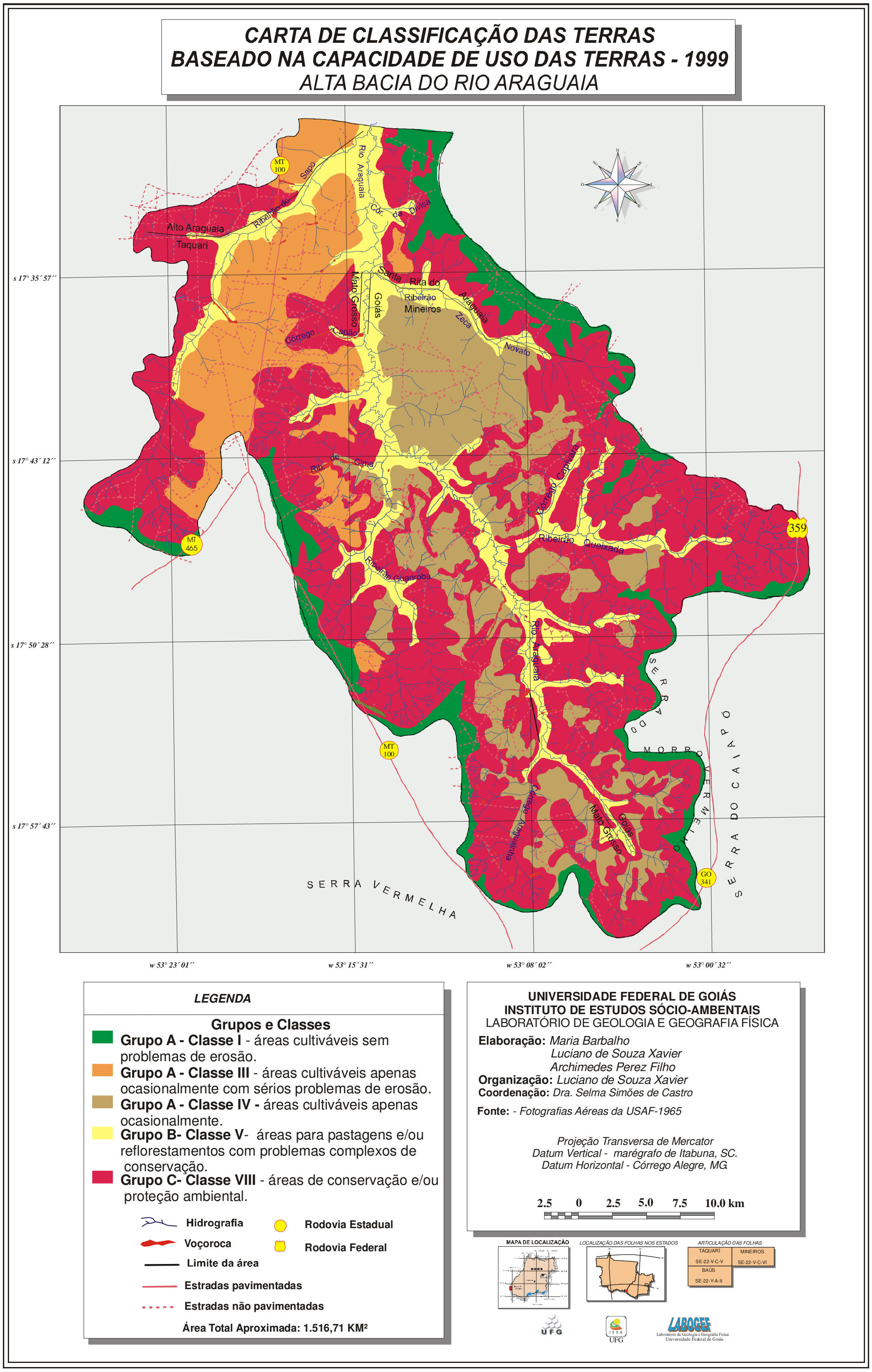
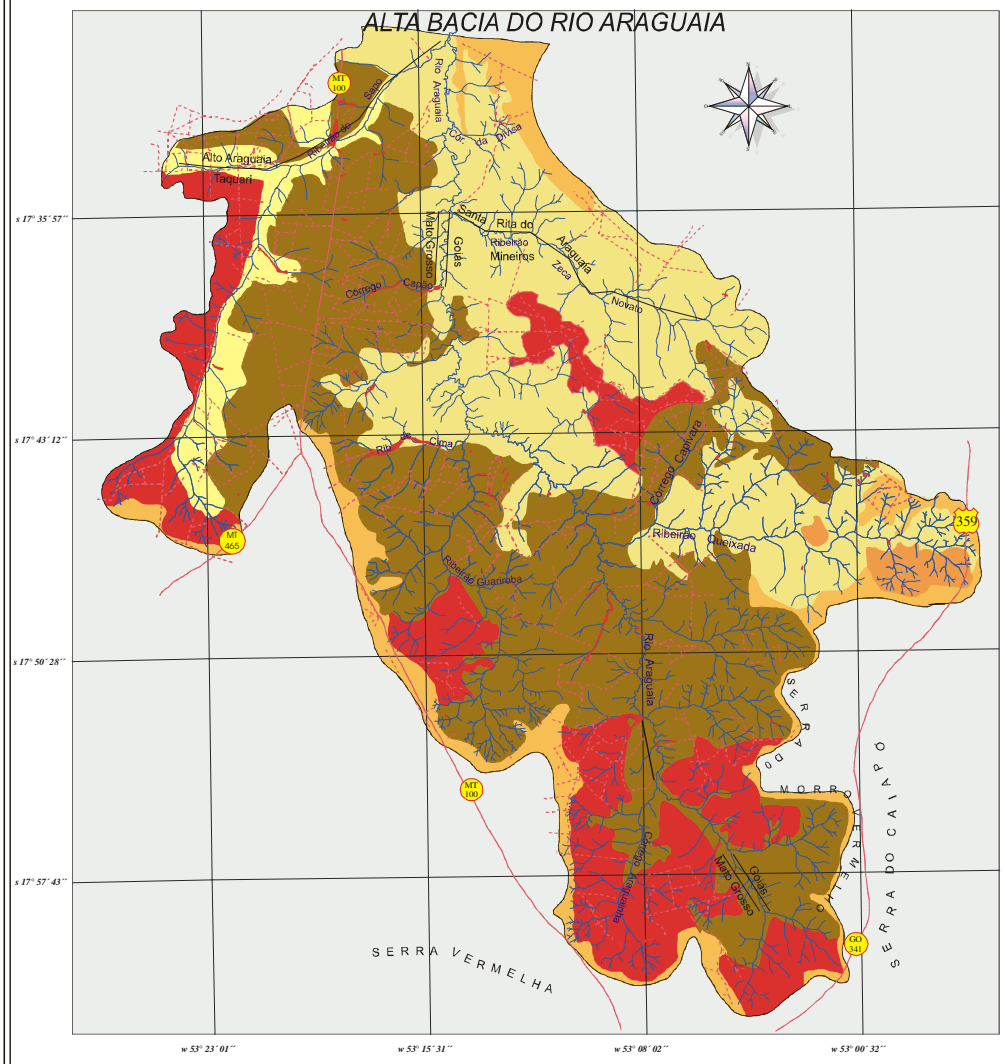

CARTA DE CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS
BASEADO NA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS - 1999
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA
Alto Araguaia
Taquari
Rio Araguaia
Sapo
Ribeirão
Cór. da Onça
Santa Rita do Araguaia
Ribeirão Mineiros
Mato Grosso
Goiás
Córrego Capão
Zeca Novato
Rio de Cima
Córrego Capivara
Ribeirão Queixada
Ribeirão Guariroba
Córrego Araguainha
SERRA DO MORRO VERMELHO
SERRA DO CAIAPÓ
SERRA VERMELHA
MT 100
MT 465
GO 341
359
s 17° 35' 57''
s 17° 43' 12''
s 17° 50' 28''
s 17° 57' 43''
w 53° 23' 01''
w 53° 15' 31''
w 53° 08' 02''
w 53° 00' 32''
LEGENDA
Grupos e Classes
Grupo A - Classe I - áreas cultiváveis sem problemas de erosão.
Grupo A - Classe III - áreas cultiváveis apenas ocasionalmente com sérios problemas de erosão.
Grupo A - Classe IV - áreas cultiváveis apenas ocasionalmente.
Grupo B- Classe V- áreas para pastagens e/ou reflorestamentos com problemas complexos de conservação.
Grupo C- Classe VIII - áreas de conservação e/ou proteção ambiental.
Hidrografia
Voçoroca
Limite da área
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 1.516,71 KM²
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA
Elaboração: Maria Barbalho
Luciano de Souza Xavier
Archimedes Perez Filho
Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Dra. Selma Simões de Castro
Fonte: - Fotografias Aéreas da USAF-1965
Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG
2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km
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
UFG
IESA
LABOGEF

FIGURA - 04

DISCREPÂNCIA ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS E USO ATUAL



GRAU DE DISCREPÂNCIA

- Máximo - áreas onde o uso é incompatível com a capacidade de uso das terras.
- 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 enquadram no grau máximo.
- 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.
- Fraco ou Nulo - áreas onde predominam a vegetação natural.

Hidrografia
Voçoroca
Limite da área
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal

Área Total Aproximada: 1.516,71 KM²

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA

Elaboração: *Adriana Aparecida Silva*
Organização: *Luciano de Souza Xavier*
Coordenação: *Dra. Selma Simões de Castro*

Fonte: - *Classificação das terras baseado no sistema de capacidade de uso das terras (1999). (Barbalho, 2002)*

Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG

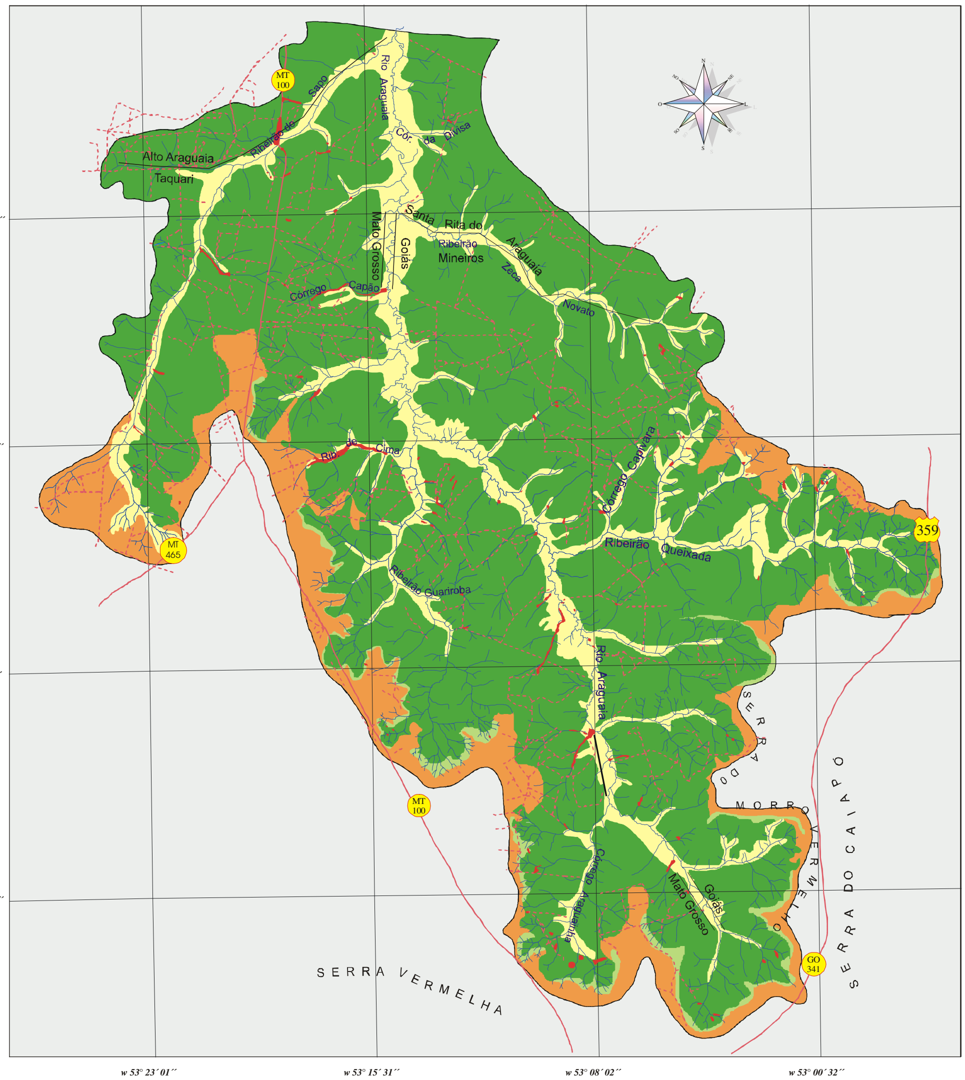
2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km

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	

FIGURA - 05

GEOLOGIA
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA



LEGENDA

- Sedimentos inconsolidados, em planície e/ou terraços fluviais (cascalhos,areias e siltes) - Terço-Quaternários
- Coberturas Terço-Quaternárias
- Derrames basalticos toelíticos - Juracretáceo
- Arenitos róseos a avermelhados finos a muito finos eólicos - Juratriássico

- **Hidrografia**
- **Rodovia Estadual**
- **Voçoroca**
- **Rodovia Federal**
- **Limite da área**
- **Estradas pavimentadas**
- **Estradas não pavimentadas**

Área Total Aproximada: 1.516,71 KM²

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA

Elaboração: *Maria Barbalho*
Organização: *Luciano de Souza Xavier*
Coordenação: *Dra. Selma Simões de Castro*

Fonte: - Mapa Geológico - RADAMBRASIL
- Fotografias aéreas USAF/1666
- Imagem de Satélite Landsat ETM+ - Bandas RGB/543, 1999

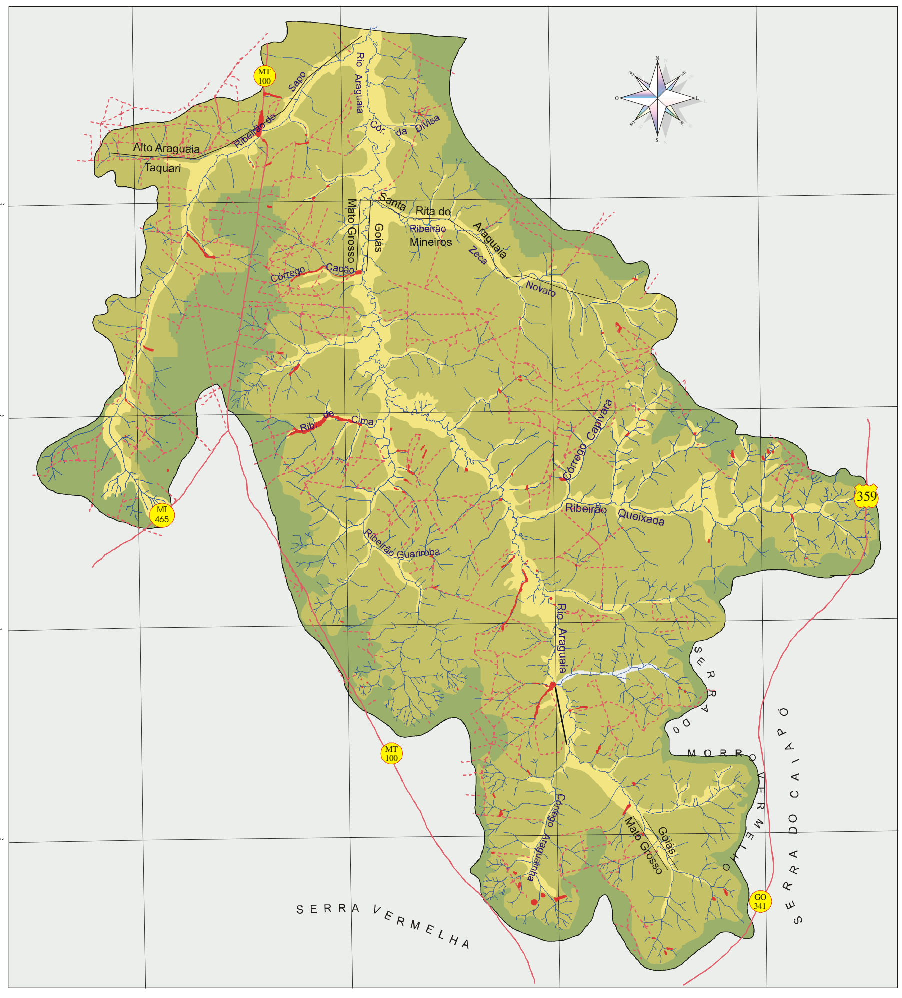
Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.

2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km

UFG · IESA UFG · LABOGEF Laboratório de Geologia e Geografia Física Universidade Federal de Goiás

FIGURA - 06

GEOMORFOLOGIA
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA



LEGENDA

- Formas de Acumulação - Apf (Fundos de Vale)
- Formas de Dissecação - Ct (Pedimento)
- Formas pediplanadas - Ep (Pediplano)

- Hidrografia
- Voçoroca
- Limite da área
- Estradas pavimentadas
- Estradas não pavimentadas
- Rodovia Estadual
- Rodovia Federal

Área Total Aproximada: 1.516,71 KM²

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA

Elaboração: *Maria Barbalho*
Organização: *Luciano de Souza Xavier*
Coordenação: *Dra. Selma Simões de Castro*

Fonte: *- Fotografias aéreas USAF/1666*
- Mamade et. al., 1993.
- Folhas topográficas: SE.22-V-C-V, SE.22-Y-A-II e SE.22-V-C-VI.

Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.

2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km

FIGURA - 07

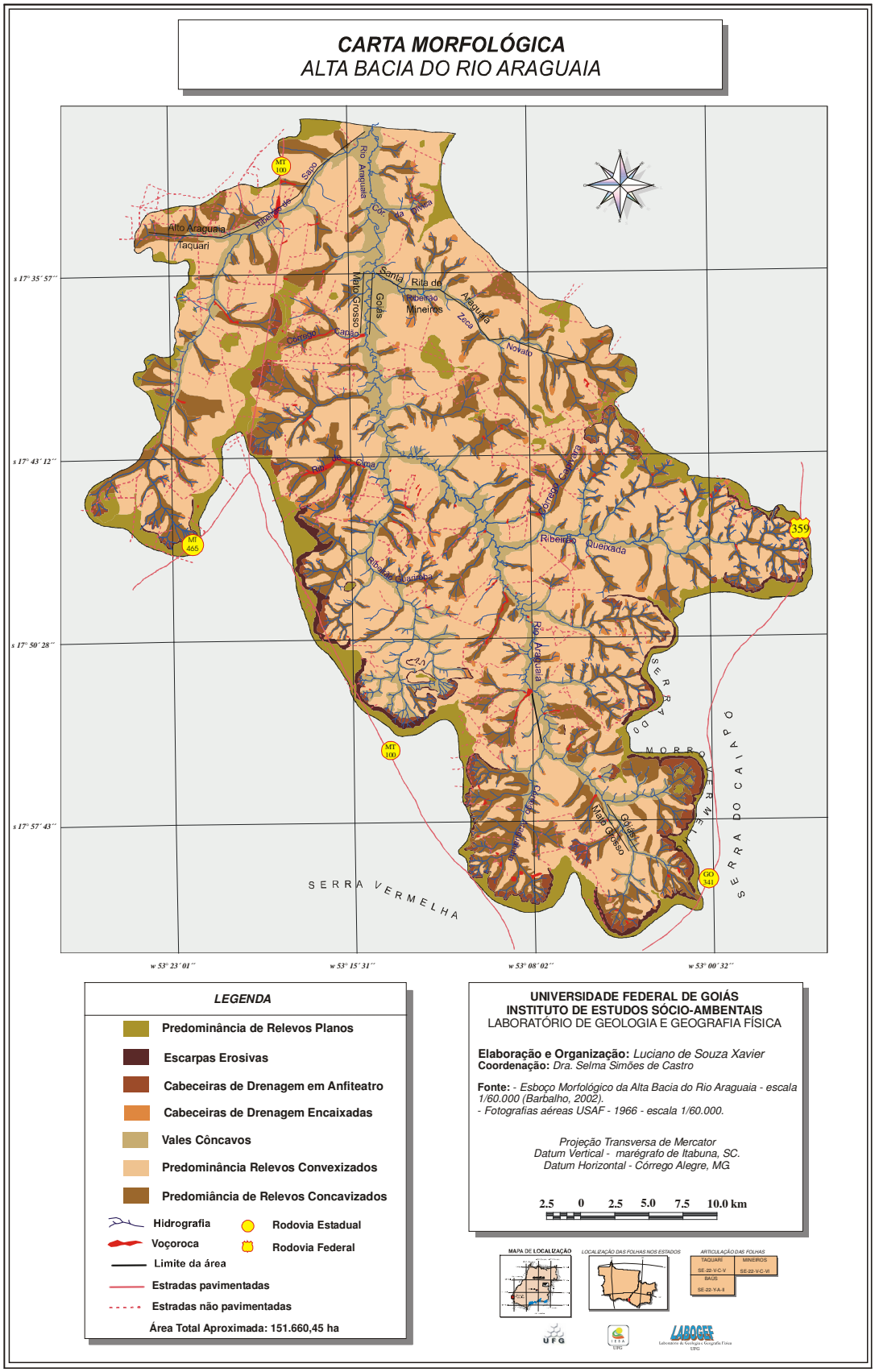

CARTA MORFOLÓGICA
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA
Alto Araguaia
Taquari
Ribeirão de Sapo
Rio Araguaia
Cór. da Divisa
Santa Rita do Araguaia
Ribeirão Mineiros
Mato Grosso
Goiás
Zeca
Novato
Córrego Capão
Rib. de Cima
Córrego Capivara
Ribeirão Queixada
Ribeirão Guariroba
Rio Araguaia
Córrego Araguaiana
Mato Grosso
Goiás
SERRA DO MORRO VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
SERRA VERMELHA
MT 100
MT 465
359
GO 341
s 17° 35´ 57´´
s 17° 43´ 12´´
s 17° 50´ 28´´
s 17° 57´ 43´´
w 53° 23´ 01´´
w 53° 15´ 31´´
w 53° 08´ 02´´
w 53° 00´ 32´´
LEGENDA
Predominância de Relevos Planos
Escarpas Erosivas
Cabeceiras de Drenagem em Anfiteatro
Cabeceiras de Drenagem Encaixadas
Vales Côncavos
Predominância Relevos Convexizados
Predomiância de Relevos Concavizados
Hidrografia
Voçoroca
Limite da área
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 151.660,45 ha
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Dra. Selma Simões de Castro
Fonte: - Esboço Morfológico da Alta Bacia do Rio Araguaia - escala 1/60.000 (Barbalho, 2002).
- Fotografias aéreas USAF - 1966 - escala 1/60.000.
Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG
2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
MINEIROS
BAÚS
UFG
LABOGEF

FIGURA - 08

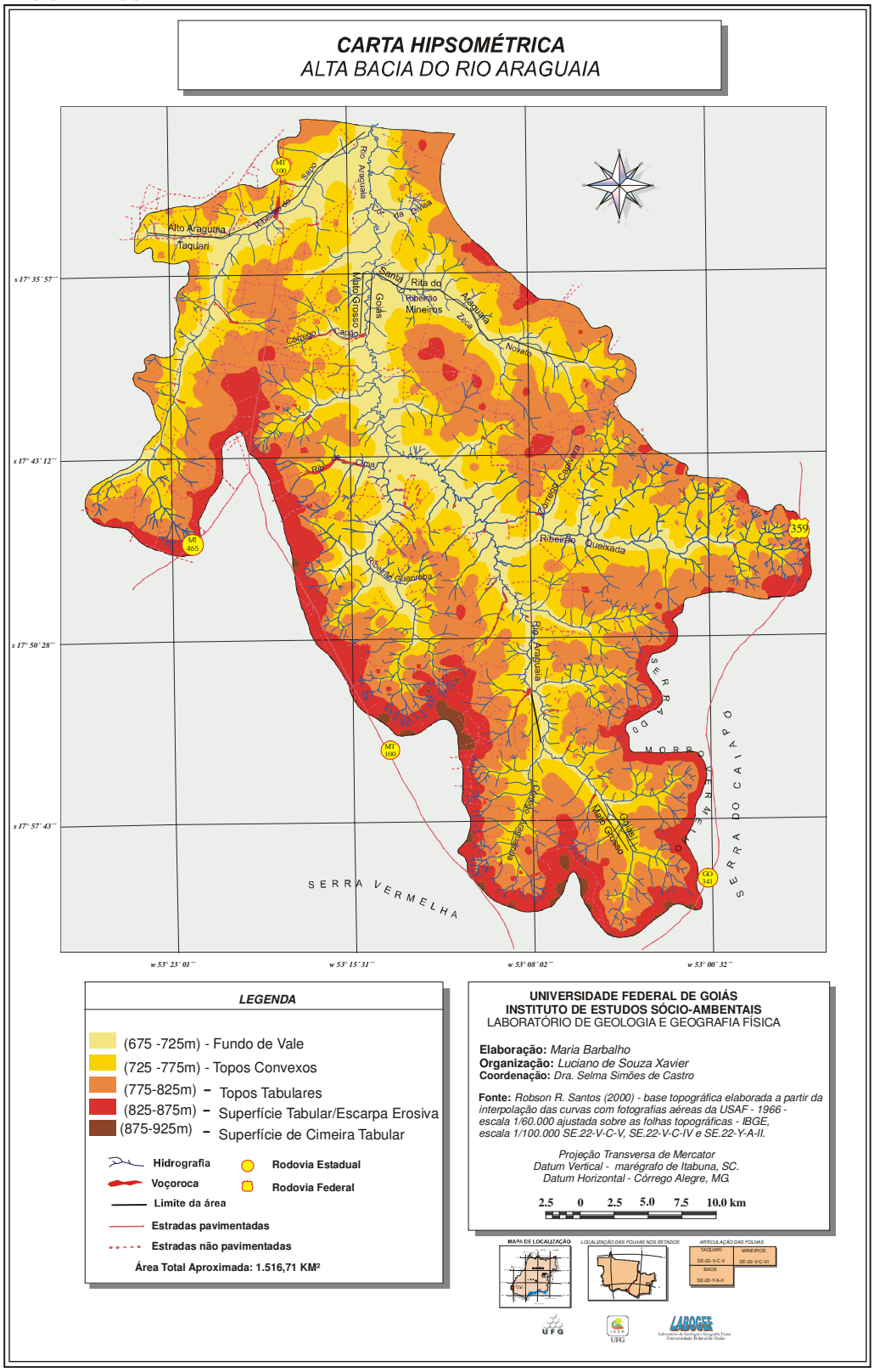

CARTA HIPSOMÉTRICA
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA
Alto Araguaia
Taquari
Rio Araguaia
Rio Taquari
Rio Claro
Rio Verde
Santa Rita do Araguaia
Ribeirão Mineiros
Rio Araguaia
Rio Garças
Rio Mato Grosso
Rio Cardoso
Rio Novato
Rio Claro
Ribeirão Queixada
Ribeirão Guarinoba
Ribeirão Caiapó
Rio Araguaia
Rio Mato Grosso
Rio Garças
SERRA VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
MORRO VERMELHO
MT 100
MT 465
GO 341
359
x 17° 35' 57"
x 17° 43' 12"
x 17° 50' 28"
x 17° 57' 43"
w 53° 23' 01"
w 53° 15' 31"
w 53° 08' 02"
w 53° 00' 32"
LEGENDA
(675 -725m) - Fundo de Vale
(725 -775m) - Topos Convexos
(775-825m) - Topos Tabulares
(825-875m) - Superfície Tabular/Escarpa Erosiva
(875-925m) - Superfície de Cimeira Tabular
Hidrografia
Voçoroca
Limite da área
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 1.516,71 KM²
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA
Elaboração: Maria Barbalho
Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Dra. Selma Simões de Castro
Fonte: Robson R. Santos (2000) - base topográfica elaborada a partir da interpolação das curvas com fotografias aéreas da USAF - 1966 - escala 1/60.000 ajustada sobre as folhas topográficas - IBGE, escala 1/100.000 SE.22-V-C-V, SE.22-V-C-IV e SE.22-Y-A-II.
Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG
2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km
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
UFG
LABOGEF

FIGURA - 09

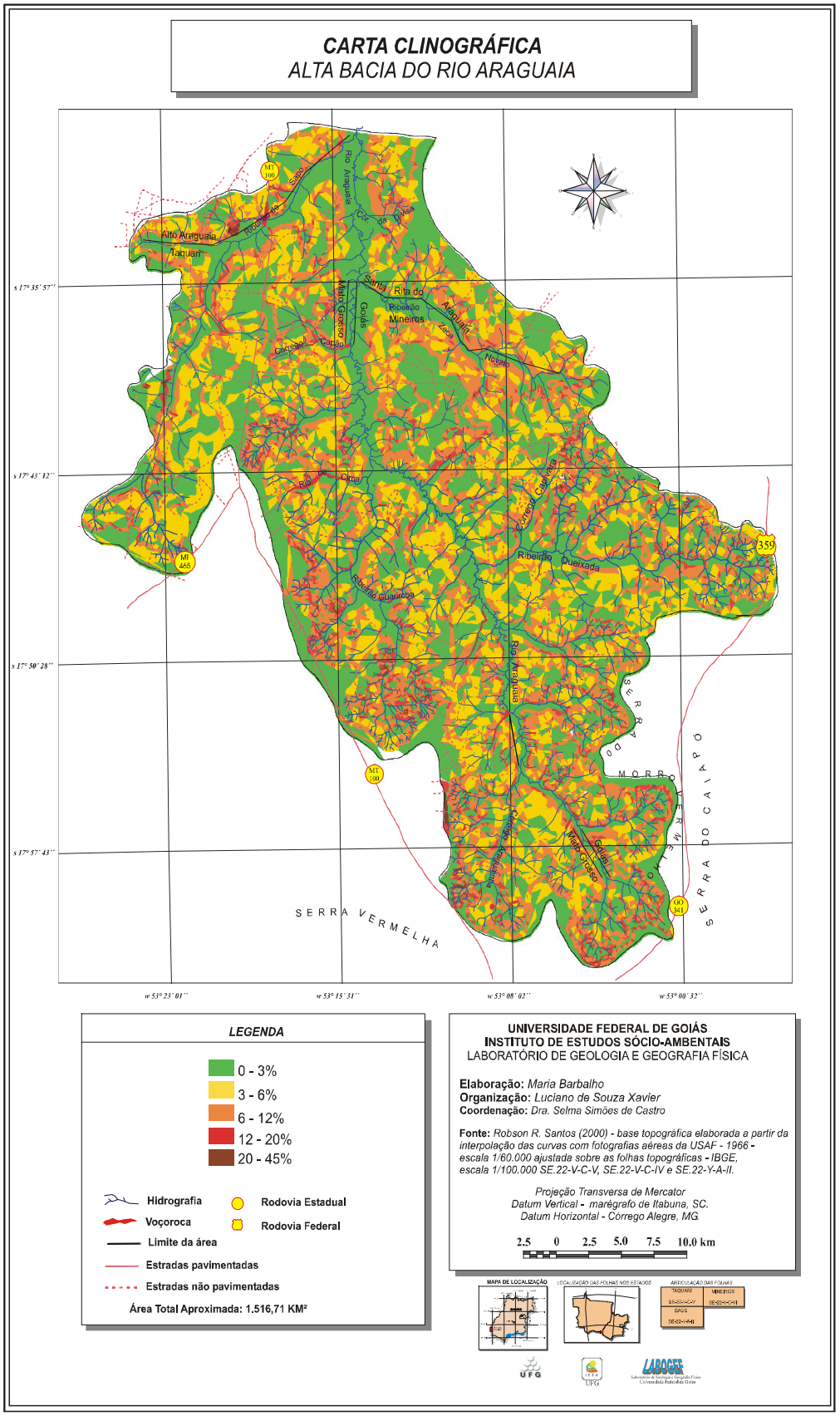

CARTA CLINOGRÁFICA
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA
s 17° 35' 57''
s 17° 43' 12''
s 17° 50' 28''
s 17° 57' 43''
w 53° 23' 01''
w 53° 15' 31''
w 53° 08' 02''
w 53° 00' 32''
Alto Araguaia
Tatuari
Rio Araguaia
Rio Claro
Santa Rita do Araguaia
Ribeirão Mineiros
Mato Grosso
Goiás
Rio Verde
Rio Quirinópolis
Rio Novato
Rio Cima
Ribeirão Queixada
Ribeirão Guanabara
Rio Araguaia
Rio Amambaia
Rio Claro
Rio Verde
Mato Grosso
Goiás
MT 100
MT 465
GO 341
359
SERRA VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
MORRO VERMELHO
LEGENDA
0 - 3%
3 - 6%
6 - 12%
12 - 20%
20 - 45%
Hidrografia
Voçoroca
Limite da área
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 1.516,71 KM²
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA
Elaboração: Maria Barbalho
Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Dra. Selma Simões de Castro
Fonte: Robson R. Santos (2000) - base topográfica elaborada a partir da interpolação das curvas com fotografias aéreas da USAF - 1966 - escala 1/60.000 ajustada sobre as folhas topográficas - IBGE, escala 1/100.000 SE.22-V-C-V, SE.22-V-C-IV e SE.22-Y-A-II.
Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TATUARI
MINEIROS
BARÃO
UFG
LABOGEF

FIGURA - 10

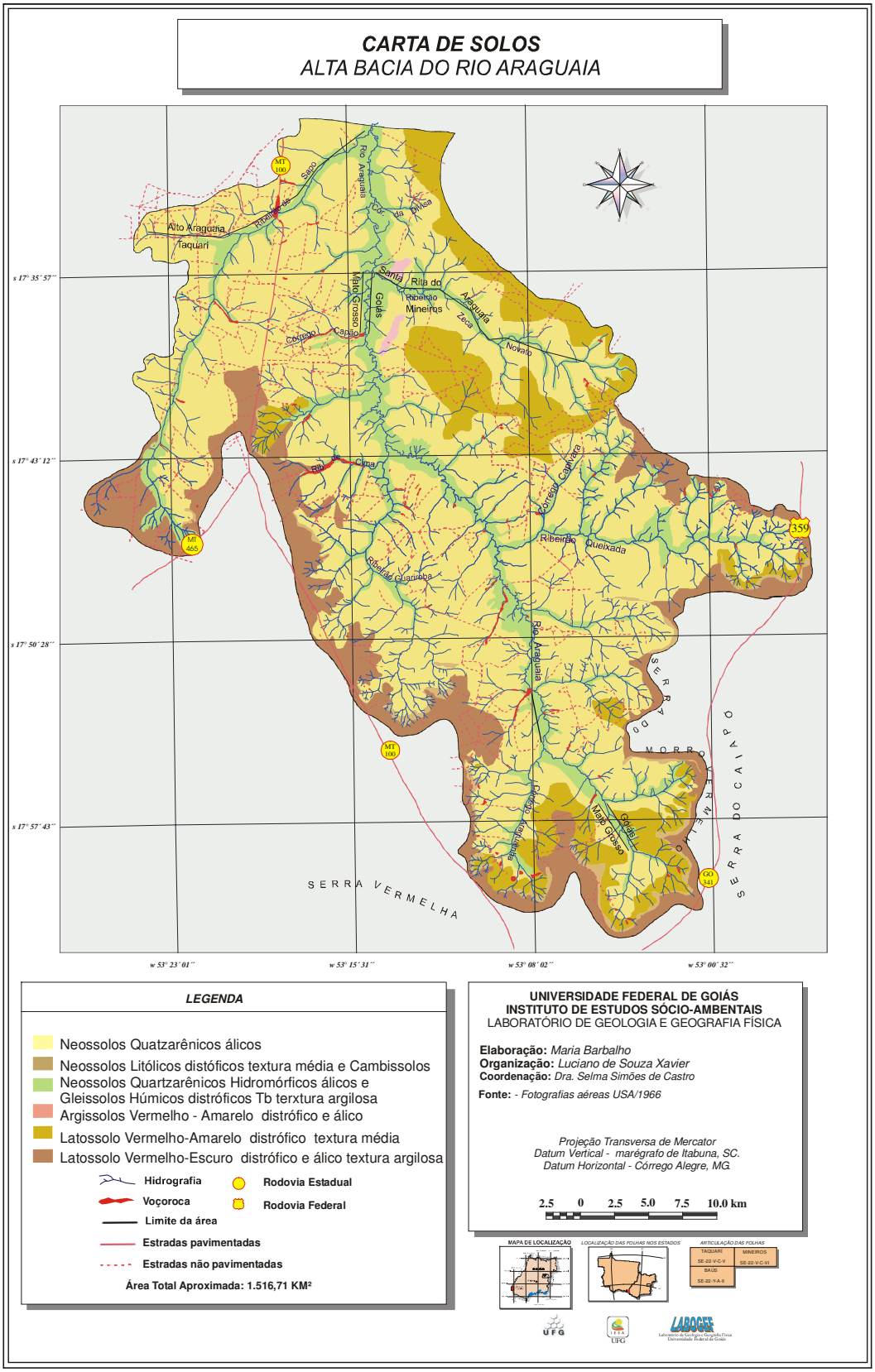

CARTA DE SOLOS
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA
Alto Araguaia
Taquari
Ribeirão de Sapo
Rio Araguaia
Cór. da Divisa
Santa Rita do Araguaia
Ribeirão Mineiros
Mato Grosso
Goiás
Zeca
Novato
Córrego Capão
Ribeirão Cima
Córrego Capivara
Ribeirão Queixada
Ribeirão Guariroba
Rio Araguaia
Córrego Araguaiaba
Mato Grosso
Goiás
SERRA VERMELHA
SERRA DO MORRO VERMELHO
SERRA DO CAIAPÓ
MT 100
MT 465
GO 341
359
s 17° 35´ 57´´
s 17° 43´ 12´´
s 17° 50´ 28´´
s 17° 57´ 43´´
w 53° 23´ 01´´
w 53° 15´ 31´´
w 53° 08´ 02´´
w 53° 00´ 32´´
LEGENDA
Neossolos Quatzarênicos álicos
Neossolos Litólicos distóficos textura média e Cambissolos
Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos álicos e Gleissolos Húmicos distróficos Tb terxtura argilosa
Argissolos Vermelho - Amarelo distrófico e álico
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura média
Latossolo Vermelho-Escuro distrófico e álico textura argilosa
Hidrografia
Voçoroca
Limite da área
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 1.516,71 KM²
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA
Elaboração: Maria Barbalho
Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Dra. Selma Simões de Castro
Fonte: - Fotografias aéreas USA/1966
Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km
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
UFG
LABOGEF

FIGURA - 11

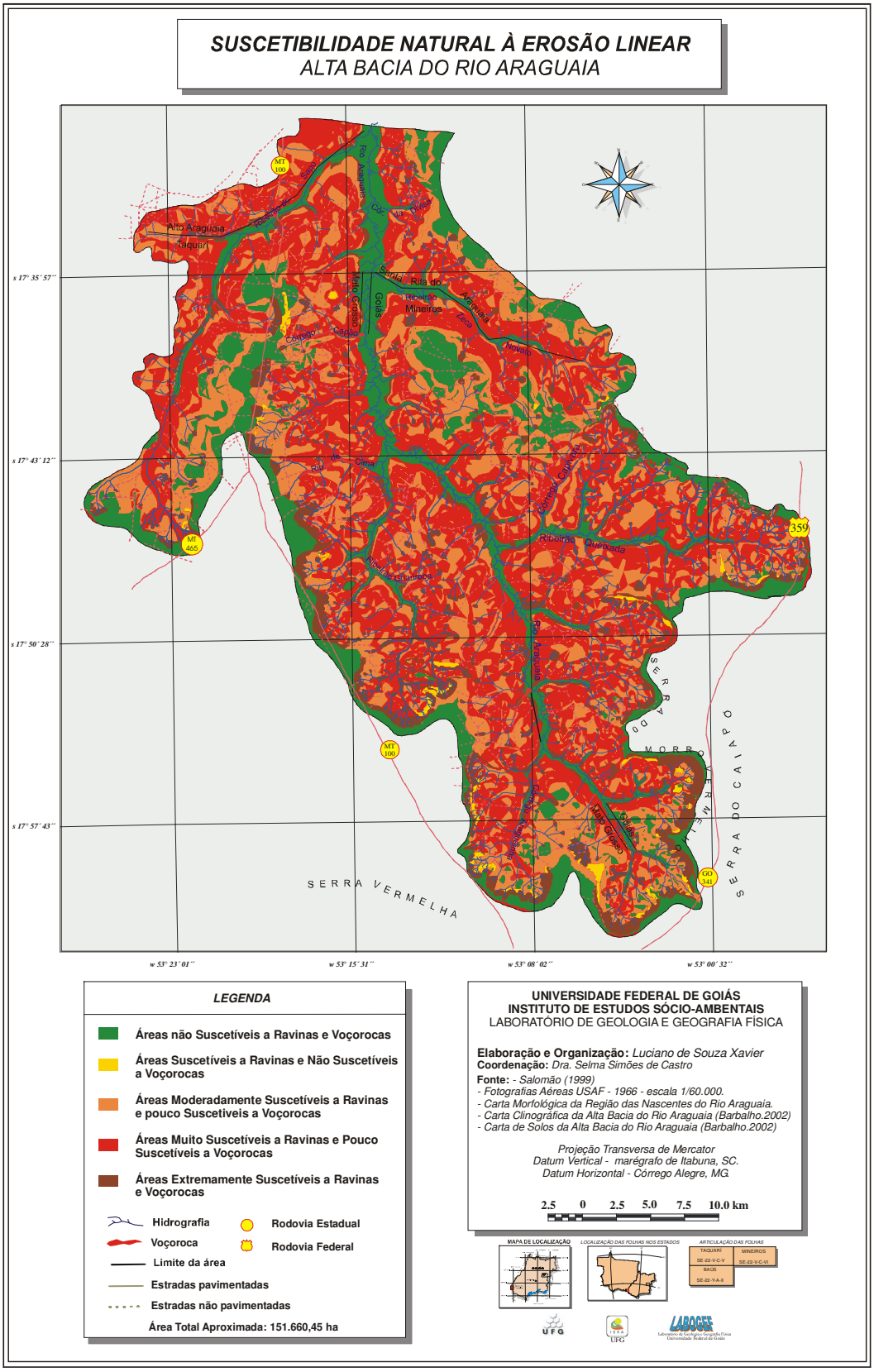

SUSCETIBILIDADE NATURAL À EROSÃO LINEAR
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA
Alto Araguaia
Taquari
Rio Araguaia
Santa Rita do Mineiros
Mato Grosso
Goiás
Córrego Capão
Ribeirão Queixada
Rio Araguaia
SERRA VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
MORRO VERMELHO
MT 100
MT 465
GO 341
359
s 17° 35´ 57´´
s 17° 43´ 12´´
s 17° 50´ 28´´
s 17° 57´ 43´´
w 53° 23´ 01´´
w 53° 15´ 31´´
w 53° 08´ 02´´
w 53° 00´ 32´´
LEGENDA
Áreas não Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas
Áreas Suscetíveis a Ravinas e Não Suscetíveis a Voçorocas
Áreas Moderadamente Suscetíveis a Ravinas e pouco Suscetiveis a Voçorocas
Áreas Muito Suscetíveis a Ravinas e Pouco Suscetíveis a Voçorocas
Áreas Extremamente Suscetíveis a Ravinas e Voçorocas
Hidrografia
Voçoroca
Limite da área
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
Área Total Aproximada: 151.660,45 ha
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Dra. Selma Simões de Castro
Fonte: - Salomão (1999)
- Fotografias Aéreas USAF - 1966 - escala 1/60.000.
- Carta Morfológica da Região das Nascentes do Rio Araguaia.
- Carta Clinográfica da Alta Bacia do Rio Araguaia (Barbalho.2002)
- Carta de Solos da Alta Bacia do Rio Araguaia (Barbalho.2002)
Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTADOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
MINEIROS
BAÚS
UFG
LABOGEF

FIGURA - 12

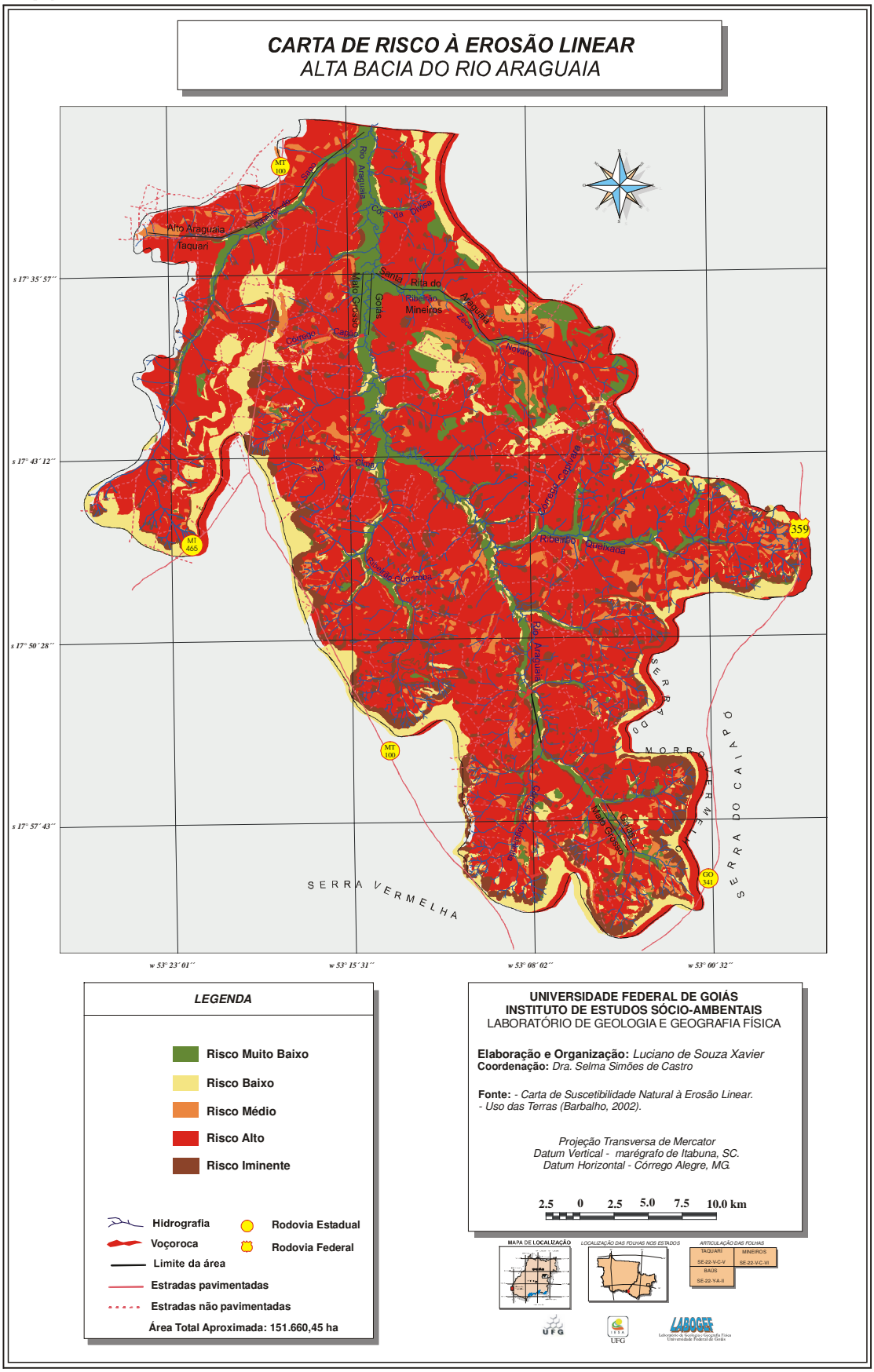
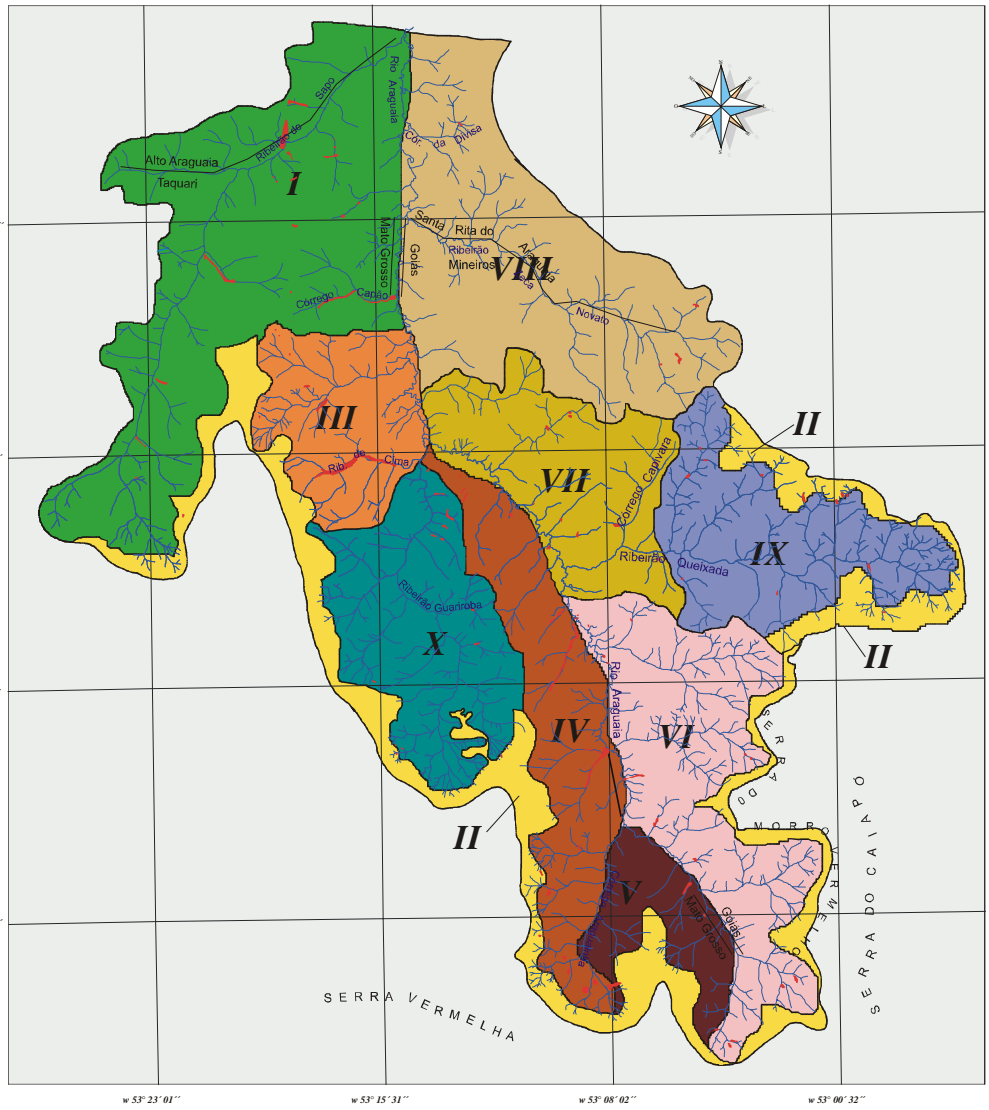

CARTA DE RISCO À EROSÃO LINEAR
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA
Alto Araguaia
Taquari
Santa Rita do Araguaia
Minelros
Ribeirão
Mato Grosso
Goiás
Córrego Caiçara
Córrego Cabeceira
Ribeirão Queixada
Córrego Cachoeirinha
Córrego Vereda Grande
Córrego Vereda Bonita
Córrego Vereda Funda
Córrego Vereda Comprida
Córrego Vereda Grande
Córrego Vereda Bonita
Córrego Vereda Funda
Córrego Vereda Comprida
MT 100
MT 465
GO 341
359
SERRA VERMELHA
SERRA DO CAIAPÓ
MORRO VERMELHO
s 17° 35´ 57´´
s 17° 43´ 12´´
s 17° 50´ 28´´
s 17° 57´ 43´´
w 53° 23´ 01´´
w 53° 15´ 31´´
w 53° 08´ 02´´
w 53° 00´ 32´´
LEGENDA
Risco Muito Baixo
Risco Baixo
Risco Médio
Risco Alto
Risco Iminente
Hidrografia
Voçoroca
Limite da área
Estradas pavimentadas
Estradas não pavimentadas
Área Total Aproximada: 151.660,45 ha
Rodovia Estadual
Rodovia Federal
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA
Elaboração e Organização: Luciano de Souza Xavier
Coordenação: Dra. Selma Simões de Castro
Fonte: - Carta de Suscetibilidade Natural à Erosão Linear.
- Uso das Terras (Barbalho, 2002).
Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.
2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NOS ESTUDOS
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS
TAQUARI
MINEIROS
SE-22-V-C-V
SE-22-V-C-VI
BAUS
SE-22-Y-A-II
UFG
LABOGEF

FIGURA - 13

CARTA DE SISTEMAS AMBIENTAIS FÍSICOS
ALTA BACIA DO RIO ARAGUAIA



SISTEMAS AMBIENTAIS	OCORRÊNCIAS EROSIVAS	ÁREAS DE PASTAGEM (%)	ÁREAS DE AGRICULTURA (%)	ÁREAS DE Past. e Agr. (%)	GRAU DE CRITICIDADE		
					Por ocorrências erosivas	Por suscetibilidade natural à erosão linear	Por risco à erosão linear
SAF-I	15	10,1	58,2	68,3	2º	8º	7º
SAF-II	03	09,3	74,8	84,1	9º	10º	10º
SAF-III	02	28,3	25,3	53,6	10°	5°	13°
SAF-IV	16	49,3	11,5	60,8	1º	2º	2º
SAF-V	04	13,1	48,7	61,8	7º	6º	8º
SAF-VI	14	42,4	25,8	68,2	3º	4º	4º
SAF-VII	11	30,2	13,8	44,0	5º	7º	5º
SAF-VIII	04	03,7	16,6	20,4	8º	9º	9º
SAF-IX	12	13,8	14,1	28,0	4º	3º	6º
SAF-X	10	46,8	19,2	66,0	6º	1º	1º

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIO-AMBIENTAIS
LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOGRAFIA FÍSICA

Elaboração e Organização: *Luciano de Souza Xavier*
Coordenação: *Dra. Selma Simões de Castro*

Projeção Transversa de Mercator
Datum Vertical - marégrafo de Itabuna, SC.
Datum Horizontal - Córrego Alegre, MG.

LEGENDA

Hidrografia
Voçoroca
Limite da área

Área Total Aproximada: 151.660,45 ha

2.5 0 2.5 5.0 7.5 10.0 km

TABELA DE CRUZAMENTO 01 – SUSCETIBILIDADE NATRUAL À EROSÃO LINEAR

```
{
Tematico PIent1 ("solos"), PIent2 ("morfologia"), PIent3 ("Declividade"), PIres ("suscetibilidadel");
PIent1=Recupere ( Nome = "solos" );
PIent2=Recupere ( Nome = "morfologia" );
PIent3=Recupere ( Nome = "declividade" );
PIres=Novo(Nome="suscetibilidade-sem-hipso", ResX=23, ResY=23, Escala = 20000);
PIres = Atribua (CategoriaFim="suscetibilidadel")
{
"nsr-nsv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe == "Plano" && PIent3.Classe == "0-3"),
"nsr-nsv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe == "Plano" && PIent3.Classe == "3-6"),
"nsr-nsv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe == "Plano" && PIent3.Classe == "6-12"),
"nsr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe == "Vales-Concavos" && PIent3.Classe == "0-3"),
"nsr-nsv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe == "Plano" && PIent3.Classe == "0-3"),
"nsr-nsv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe == "Plano" && PIent3.Classe == "3-6"),
"nsr-nsv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "0-3"),

"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe == "Plano" && PIent3.Classe == "6-12"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "12-20"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "20-45"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == ">45"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "12-20"),
```

```
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "20-45"),
"sr-nsv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == ">45"),

"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas"
&& PIent3.Classe == "0-3"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas"
&& PIent3.Classe == "3-6"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas"
&& PIent3.Classe == "6-12"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas"
&& PIent3.Classe == "12-20"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas"
&& PIent3.Classe == "20-45"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Concavas"
&& PIent3.Classe == ">45"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas"
&& PIent3.Classe == "0-3"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas"
&& PIent3.Classe == "3-6"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas"
&& PIent3.Classe == "6-12"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas"
&& PIent3.Classe == "12-20"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas"
&& PIent3.Classe == "20-45"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Argissolos" && PIent2.Classe == "Vertentes-Convexas"
&& PIent3.Classe == ">45"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "3-6"),
```

```
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "12-20"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "20-45"),
"mosr-psv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == ">45"),

"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "12-20"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "20-45"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == ">45"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe == "Vales-
Concavos" && PIent3.Classe == "3-6"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe == "Vales-
Concavos" && PIent3.Classe == "6-12"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe == "Vales-
Concavos" && PIent3.Classe == "12-20"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe == "Vales-
Concavos" && PIent3.Classe == "20-45"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe == "Vales-
Concavos" && PIent3.Classe == ">45"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "12-20"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "20-45"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == ">45"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe
== "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe
== "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe
== "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "6-12"),
```

```
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe
== "Vertentes-Concavas" && PIent3.Classe == "12-20"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe
== "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "0-3"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe
== "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "3-6"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe
== "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "6-12"),
"musr-psv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe
== "Vertentes-Convexas" && PIent3.Classe == "12-20"),

"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Cabeceira-Drenagem"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe == "Vales-
Concavos" && PIent3.Classe == "0-3"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Anfiteatros"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos" && PIent2.Classe ==
"Escarpas"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe ==
"Cabeceira-Drenagem"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe ==
"Anfiteatros"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe ==
"Escarpas"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe ==
"Vales-Concavos" && PIent3.Classe == "0-3"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe ==
"Vales-Concavos" && PIent3.Classe == "3-6"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe ==
"Vales-Concavos" && PIent3.Classe == "6-12"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Quartzarenicos-Hidromo" && PIent2.Classe ==
"Vales-Concavos" && PIent3.Classe == "12-20"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Cabeceira-Drenagem"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Anfiteatros"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Amarelo" && PIent2.Classe ==
"Escarpas"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Cabeceira-Drenagem"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Anfiteatros"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Latossolo-Vermelho-Escuro" && PIent2.Classe ==
"Escarpas"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe ==
"Cabeceira-Drenagem"),
"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe ==
"Anfiteatros"),
```

"esr-esv": (PIent1.Classe == "Neossolos-Cambissolos-Litolicos" && PIent2.Classe == "Escarpas")

TABELA DE CRUZAMENTO 02 – CARTA DE RISCO À EROSÃO LINEAR

```
{
Tematico PIent1 ("suscetibilidadel"), PIent2 ("vegeta"), PIres ("risco");
PIent1=Recupere ( Nome = "suscetibilidade" );
PIent2=Recupere ( Nome = "uso da terra" );
PIres=Novo(Nome="risco a erosao linear", ResX=23, ResY=23, Escala = 20000);
PIres = Atribua (CategoriaFim="risco")
{
"muito baixo": (PIent1.Classe == "nsr-nsv" && PIent2.Classe == "mata galeria"),
"muito baixo": (PIent1.Classe == "nsr-nsv" && PIent2.Classe == "vegetação sujeita a inundação"),
"muito baixo": (PIent1.Classe == "nsr-nsv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo"),
"muito baixo": (PIent1.Classe == "nsr-nsv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo aberto"),
"muito baixo": (PIent1.Classe == "nsr-nsv" && PIent2.Classe == "campo cerrado"),

"baixo": (PIent1.Classe == "nsr-nsv" && PIent2.Classe == "agricultura"),
"baixo": (PIent1.Classe == "nsr-nsv" && PIent2.Classe == "pastagem"),
"baixo": (PIent1.Classe == "sr-nsv" && PIent2.Classe == "mata galeria"),
"baixo": (PIent1.Classe == "sr-nsv" && PIent2.Classe == "vegetação sujeita a inundação"),
"baixo": (PIent1.Classe == "sr-nsv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo"),

"medio": (PIent1.Classe == "sr-nsv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo aberto"),
"medio": (PIent1.Classe == "sr-nsv" && PIent2.Classe == "campo cerrado"),
"medio": (PIent1.Classe == "mosr-psv" && PIent2.Classe == "mata galeria"),
"medio": (PIent1.Classe == "mosr-psv" && PIent2.Classe == "vegetação sujeita a inundação"),
"medio": (PIent1.Classe == "mosr-psv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo"),
"medio": (PIent1.Classe == "sr-nsv" && PIent2.Classe == "agricultura"),

"alto": (PIent1.Classe == "sr-nsv" && PIent2.Classe == "pastagem"),
"alto": (PIent1.Classe == "mosr-psv" && PIent2.Classe == "agricultura"),
"alto": (PIent1.Classe == "mosr-psv" && PIent2.Classe == "pastagem"),
"alto": (PIent1.Classe == "mosr-psv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo aberto"),
"alto": (PIent1.Classe == "mosr-psv" && PIent2.Classe == "campo cerrado"),
"alto": (PIent1.Classe == "musr-psv" && PIent2.Classe == "mata galeria"),
"alto": (PIent1.Classe == "musr-psv" && PIent2.Classe == "vegetação sujeita a inundação"),
"alto": (PIent1.Classe == "musr-psv" && PIent2.Classe == "agricultura"),
"alto": (PIent1.Classe == "musr-psv" && PIent2.Classe == "pastagem"),
"alto": (PIent1.Classe == "musr-psv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo"),
"alto": (PIent1.Classe == "musr-psv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo aberto"),
"alto": (PIent1.Classe == "musr-psv" && PIent2.Classe == "campo cerrado"),
```

"iminente": (PIent1.Classe == "esr-esv" && PIent2.Classe == "mata galeria"),
"iminente": (PIent1.Classe == "esr-esv" && PIent2.Classe == "vegetação sujeita a inundação"),
"iminente": (PIent1.Classe == "esr-esv" && PIent2.Classe == "agricultura"),
"iminente": (PIent1.Classe == "esr-esv" && PIent2.Classe == "pastagem"),
"iminente": (PIent1.Classe == "esr-esv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo"),
"iminente": (PIent1.Classe == "esr-esv" && PIent2.Classe == "cerrado arbóreo aberto"),
"iminente": (PIent1.Classe == "esr-esv" && PIent2.Classe == "campo cerrado")