

MARCOS ANTONIO MIARA

**ANÁLISES TÊMPORO-ESPACIAIS DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ, PONTA GROSSA – PR**

CURITIBA

2006

MARCOS ANTONIO MIARA

**ANÁLISES TÊMPORO-ESPACIAIS DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ, PONTA GROSSA – PR**

**Dissertação apresentada como requisito
parcial à obtenção do grau de Mestre em
Geografia, Programa de Pós-Graduação
em Geografia, Setor de Ciências da Terra,
Universidade Federal do Paraná.**

Orientadora: Prof^a. Dr^a Chisato Oka-Fiori

CURITIBA

2006



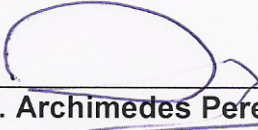
PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Geografia, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentado pelo candidato **MARCOS ANTONIO MIARA**, intitulada: “**ANÁLISES TÊMPORO-ESPACIAIS DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ, PONTA GROSSA - PR**”, para obtenção do grau de **Mestre** em Geografia, do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **Espaço, Sociedade e Ambiente**.

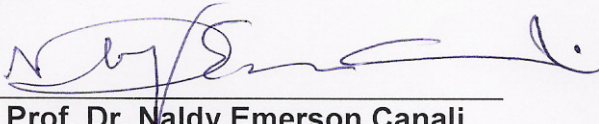
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato, são de parecer pela **APROVAÇÃO** da Dissertação, com Menção **LOUVOR E DISTINÇÃO**.

Curitiba, 24 de Março de 2006.

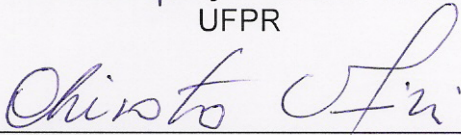
Nome e assinatura da Banca Examinadora:



Prof. Dr. Prof. Dr. Archimedes Peres Filho
UNICAMP



Prof. Dr. Naldy Emerson Canali
UFPR



Profa. Dra. Chisato Oka Fiori
(Orientadora e Presidente da Banca)

AGRADECIMENTOS

A Prof^a. Dr^a. Chisato Oka-Fiori por sua plena disponibilidade para orientação, pela liberdade de trabalho a mim conferida, por sua gentileza, préstimos e amizade.

Ao Prof. Dr. Naldy E. Canali, por sua ajuda em discussões da pesquisa, e por suas participações nas avaliações deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Archimedes Perez Filho pela participação na banca examinadora.

A Prof^a. Dr^a. Eliane R. Ferretti pela participação na avaliação da pesquisa no processo de Qualificação.

A Luiz Carlos Zem por sua prestatividade constante, e pelas ajudas sempre correspondidas.

Ao Prof. Leonel Brizola Monastirsky.

As demais pessoas que de uma forma ou outra ajudaram na concretização desta pesquisa, entre elas Pedro (SEMA), Osmar (Simepar), Laudi, Carlos Hugo Rocha, Maria Aparecida (UEPG), Osmar Beckert (EMBRAPA), Paulo (IAPAR), entre outros.

Aos amigos e companheiros Leonardo Wambier, Dorival (Neto), Átila, Isonete, e Bruna pelas ajudas de campo. Em especial ao amigo Clécio de Quadros pelas idéias e discussões sempre construtivas.

Aos colegas do mestrado, em especial a Camila e ao Eduardo, pessoas com as quais tive muita satisfação em conviver.

A Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela bolsa concedida.

Ao Prof. Deodato Miguel de Paula Souza pelo que me ensinou.

E, principalmente, ao João, a Lili, Paulo, Bruna e Legiane, minha família.

SUMÁRIO

ÍNDICE	i
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE QUADROS E TABELA	ix
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUÇÃO	01
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO METODOLÓGICA	04
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	32
4 ASPECTOS FÍSICOS REGIONAIS	49
5 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ – BHCC.....	59
6 FRAGILIDADE POTENCIAL DA BHCC.....	81
7 FRAGILIDADE EMERGENTE DA BHCC.....	116
8 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	146
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	151
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
ANEXOS.....	170

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE QUADROS E TABELA	ix
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 OBJETIVOS	03
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO METODOLÓGICA	04
2.1 ABORDAGEM SISTÊMICA APLICADA À ANÁLISE AMBIENTAL	04
2.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS	06
2.3 ELEMENTOS AMBIENTAIS E FRAGILIDADE AMBIENTAL	10
2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS	17
2.4.1 Urbanização e Impactos Ambientais	20
2.4.2 Atividades Rurais e Impactos Ambientais	25
2.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	26
2.6 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM ANÁLISES AMBIENTAIS.....	29
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
3.1 CARTA PLANIALTIMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC.....	32
3.2 CARTA HIDROGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC.....	33
3.2.1 Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Cará-Cará.....	33
3.3 CARTA DE GEOLOGIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO	

RIO CARÁ-CARÁ - BHCC.....	34
3.4 CARTA DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC.....	35
3.5 CARTA DE TIPOS PREDOMINANTES DE FORMAS DE VERTENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC	35
3.6 CARTA DE DECLIVIDADES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC.....	36
3.7 CARTA DE ÍNDICES DE EROSIVIDADE DA CHUVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC	37
3.8 CARTAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC – 1980 E 2002.....	39
3.8.1 Avaliação Temporal do Uso e Ocupação da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Cará-Cará: 1980 – 2002	40
3.9 ELABORAÇÃO DAS CARTAS DE FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE.....	47
4 ASPECTOS FÍSICOS REGIONAIS	49
4.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	49
4.2 VEGETAÇÃO	52
4.3 HIDROGRAFIA	53
4.4 CLIMA	54
4.5 SOLOS	57
5 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ – BHCC.....	59
5.1 LOCALIZAÇÃO DA BHCC	59
5.2 ASPECTOS FÍSICOS DA BHCC	60
5.2.1 Geomorfologia da BHCC.....	60

5.2.2 Geologia da BHCC.....	66
5.2.3 Solos da BHCC	68
5.2.4 Características Morfométricas da BHCC.....	72
5.3 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA BHCC.....	76
5.3.1 A Urbanização e suas Tendências na Bacia: Aspectos Históricos e Atuais.....	76
6 FRAGILIDADE POTENCIAL DA BHCC.....	81
6.1 DECLIVIDADE	81
6.2 TIPOS PREDOMINANTES DE FORMAS DE VERTENTES DA BHCC.....	82
6.3 GEOLOGIA	82
6.4 SOLOS.....	83
6.5 EROSIVIDADE.....	84
6.6 PROCEDIMENTOS COMPUTACIONAIS	86
6.7 CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL DA BHCC.....	94
7 FRAGILIDADE EMERGENTE DA BHCC.....	116
7.1 ALTERAÇÕES NO USO E COBERTURA DA TERRA DA BHCC	116
7.2 FRAGILIDADE EMERGENTE DA BHCC.....	121
7.3 DETALHAMENTO DA FRAGILIDADE EMERGENTE DA ÁREA URBANA DA BHCC EM 2002.....	134
8 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	146
8.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E USO E COBERTURA DA TERRA DA BHCC	147
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	151
9.1 QUANTO AO USO E COBERTURA DA TERRA DA BHCC	151
9.2 QUANTO AS CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL DA BHCC.....	154

9.3 QUANTO AS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE DA BHCC	156
9.4 QUANTO AS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE DA ÁREA URBANA DA BHCC EM 2002	157
9.5 QUANTO A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	157
9.6 ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES	158
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
ANEXOS	170

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Fluxograma: Procedimentos Metodológicos	32
Figura 02: Exemplo da classe de uso da terra 'Urbanizado'	40
Figura 03: Exemplo da classe de uso da terra 'Solo Exposto'	41
Figura 04: Exemplo da classe de uso da terra 'Lagoas'	41
Figura 05: Exemplo da classe de uso da terra 'Cultivo Temporário'	42
Figura 06: Exemplo da classe de uso da terra 'Cultivo Florestal'	42
Figura 07: Exemplo da classe de uso da terra 'Herbáceas'	43
Figura 08: Exemplo da classe de uso da terra 'Macega'	44
Figura 09: Exemplo da classe de uso da terra 'Capões'	44
Figura 10: Exemplo da classe de uso da terra 'Afloramentos de Rocha'	45
Figura 11: Exemplo da classe de uso da terra 'Pínus'	46
Figura 12: Exemplo da classe de uso da terra 'Pastagem'	47
Figura 13: Mapa Geológico do Município de Ponta Grossa	50
Figura 14: Aspectos vegetacionais regionais	53
Figura 15: Gráfico de Temperatura Média Mensal – 1998 / 2003	55
Figura 16: Gráfico de Precipitação Média Mensal – 1945 / 2004	55
Figura 17: Gráfico de Precipitação Anual – 1945 / 2004	56
Figura 18: Gráfico de Total de Dias de Chuva ao Ano – 1945 / 2004	56
Figura 19: Gráfico da Média de Dias de Chuva / Mês – 1945 / 2004	57
Figura 20: Localização da BHCC	59
Figura 21: Carta Planialtimétrica da BHCC	61
Figura 22: Carta de Declividades da BHCC	62
Figura 23: Modelo Digital do Terreno da BHCC	63

Figura 24: Aspectos do relevo da BHCC.....	64
Figura 25: Carta de Tipos Predominantes de Formas de Vertentes da BHCC	65
Figura 26: Carta de Geologia da BHCC	67
Figura 27: Carta de Solos da BHCC	70
Figura 28: Compartimentação da BHCC.....	73
Figura 29: Gráfico dos padrões morfométricos da BHCC	75
Figura 30: Referências espaciais sobre a ocupação urbana na BHCC.....	78
Figura 31: Carta de Índices de Erosividade da BHCC	85
Figura 32: Fluxograma de atividades	86
Figura 33: Gráfico Padronização <i>Fuzzy</i> – Variáveis: Solos, Geologia e Vertentes.....	88
Figura 34: Gráfico Padronização <i>Fuzzy</i> – Variável: Potencial Erosivo da Chuva.	88
Figura 35: Gráfico Padronização <i>Fuzzy</i> – Variável: Declividade	89
Figura 36: Carta de Fragilidade Potencial da BHCC	93
Figura 37: Classe 1 – Espacialização e registros fotográficos	95
Figura 38: Classe 2 – Espacialização e registros fotográficos	97
Figura 39: Classe 3 – Espacialização e registros fotográficos	98
Figura 40: Classe 4 – Espacialização e registros fotográficos	100
Figura 41: Classe 5 – Espacialização e registros fotográficos	101
Figura 42: Classe 6 – Espacialização e registros fotográficos	103
Figura 43: Classe 7 – Espacialização e registros fotográficos	104
Figura 44: Classe 8 – Espacialização e registros fotográficos	106
Figura 45: Classe 9 – Espacialização e registros fotográficos	107
Figura 46: Classe 10 – Espacialização e registros fotográficos	109
Figura 47: Classe 11 – Espacialização e registros fotográficos	110

Figura 48: Classe 12 – Espacialização e registros fotográficos	112
Figura 49: Classe 13 – Espacialização e registros fotográficos	114
Figura 50: Carta de Instabilidade Potencial da BHCC.....	115
Figura 51: Fluxograma de atividades	116
Figura 52: Carta de Uso e Cobertura da Terra da BHCC – 1980.....	117
Figura 53: Carta de Uso e Cobertura da Terra da BHCC – 2002.....	118
Figura 54: Gráfico da variação percentual das classes de uso da terra da BHCC.....	121
Figura 55: Classes hierárquicas de proteção ao solo nos anos de 1980 e 2002 .	123
Figura 56: Carta de Fragilidade Emergente da BHCC em 1980	125
Figura 57: Carta de Fragilidade Emergente da BHCC em 2002	126
Figura 58: Carta de Instabilidade Emergente da BHCC em 1980	129
Figura 59: Carta de Instabilidade Emergente da BHCC em 2002	130
Figura 60: Classe 1 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002	131
Figura 61: Classe 2 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002	132
Figura 62: Classe 3 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002	132
Figura 63: Classe 4 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002	133
Figura 64: Classe 5 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002	134
Figura 65: Representação da sobreposição da Grade Retangular sobre o Mosaico Aerofotogramétrico de 2002.....	136
Figura 66: Classes de padrões diferenciados de ocupação urbana da BHCC.....	136
Figura 67: Áreas urbanizadas da BHCC no ano de 2002	137
Figura 68: Carta de Fragilidade Emergente da Área Urbana da BHCC em 2002	138
Figura 69: Carta de Instabilidade Emergente da Área Urbana	

da BHCC em 2002	140
Figura 70: Distribuição da classe 1 de Instabilidade Emergente	
da área urbana da BHCC em 2002	141
Figura 71: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 1	141
Figura 72: Distribuição da classe 2 de Instabilidade Emergente	
da área urbana da BHCC em 2002	142
Figura 73: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 2	142
Figura 74: Distribuição da classe 3 de Instabilidade Emergente	
da área urbana da BHCC em 2002	143
Figura 75: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 3	143
Figura 76: Distribuição da classe 4 de Instabilidade Emergente	
da área urbana da BHCC em 2002	144
Figura 77: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 4	144
Figura 78: Distribuição da classe 5 de Instabilidade Emergente	
da área urbana da BHCC em 2002	145
Figura 79: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 5	145
Figura 80: Carta de Restrições Legais de Uso da BHCC.....	146
Figura 81: Carta de Legislação Ambiental:	
Congruências e Incongruências de Uso - 1980.....	149
Figura 82: Carta de Legislação Ambiental:	
Congruências e Incongruências de Uso - 2002.....	150

LISTA DE QUADROS E TABELA

Tabela 01: Áreas não edificáveis de acordo com as faixas de drenagem delimitadas pela área da bacia hidrográfica contribuinte.....	29
Quadro 01: Escala de vulnerabilidade das litologias à denudação	14
Quadro 02: Classes de fragilidade para diferentes tipos de solos.....	14
Quadro 03: Classes de cobertura vegetal e grau de proteção do solo.....	16
Quadro 04: Hierarquia de graus de proteção aos solos pela cobertura vegetal...	16
Quadro 05: Relação entre o uso da terra e as perdas de solo anuais	17
Quadro 06: Estações pluviométricas	39
Quadro 07: Intervalos de declividade da BHCC e suas respectivas áreas	63
Quadro 08: Quadro 08: Tipos predominantes de vertentes da BHCC e suas respectivas áreas	64
Quadro 09: Geologia da BHCC e suas respectivas áreas	68
Quadro 10: Densidade de linhas de fratura da BHCC pela Geologia.....	68
Quadro 11: Tipos de solos da BHCC e suas respectivas áreas.....	69
Quadro 12: Descrições dos tipos de solos da BHCC	71
Quadro 13: Qualificação pela densidade de drenagem	74
Quadro 14: Índices morfométricos da BHCC – Análises Lineares	75
Quadro 15: Índices morfométricos da BHCC – Análises Areais.....	76
Quadro 16: Fases históricas da expansão urbana de Ponta Grossa	77
Quadro 17: Intervalos de declividade propostos para a BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas.....	82
Quadro 18: Classes dos tipos predominantes de vertentes da BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas	82

Quadro 19: Classes de geologia da BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas	83
Quadro 20: Classes dos tipos de solos da BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas.....	84
Quadro 21: Índices médios de erosividade anual e mensal da BHCC	84
Quadro 22: Classes de erosividade da BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas	84
Quadro 23: Padronização <i>Fuzzy</i> – Variáveis: Solos, Geologia e Vertentes.....	88
Quadro 24: Padronização <i>Fuzzy</i> –Variável: Potencial Erosivo da Chuva	88
Quadro 25: Padronização <i>Fuzzy</i> – Variável: Declividade.....	89
Quadro 26: Escala de Valores AHP para Comparação Pareada	90
Quadro 27: Escala relativa de importância entre as variáveis físicas da BHCC...	91
Quadro 28: Relação de pesos entre as variáveis.....	91
Quadro 29: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 1 de Fragilidade Potencial	95
Quadro 30: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 2 de Fragilidade Potencial	96
Quadro 31: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 3 de Fragilidade Potencial	98
Quadro 32: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 4 de Fragilidade Potencial	99
Quadro 33: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 5 de Fragilidade Potencial	101
Quadro 34: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 6 de Fragilidade Potencial	102

Quadro 35: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 7 de Fragilidade Potencial	104
Quadro 36: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 8 de Fragilidade Potencial	105
Quadro 37: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 9 de Fragilidade Potencial	107
Quadro 38: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 10 de Fragilidade Potencial	108
Quadro 39: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 11 de Fragilidade Potencial	110
Quadro 40: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 12 de Fragilidade Potencial	111
Quadro 41: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 13 de Fragilidade Potencial	113
Quadro 42: Reclassificação das Classes de Fragilidade Potencial da BHCC.....	114
Quadro 43: Classes de cobertura e uso da terra da BHCC e suas respectivas áreas nos anos de 1980 e 2002.....	120
Quadro 44: Graus de proteção do solo definidos para as classes de uso e cobertura da terra da BHCC.....	122
Quadro 45: Classes hierárquicas de proteção ao solo em cada ano, suas respectivas áreas, e suas variações percentuais	123
Quadro 46: RECLASSIFICAÇÃO – Novas classes atribuídas pelo cruzamento entre o mapa de Fragilidade Potencial e as classes hierárquicas de proteção ao solo dos anos de 1980 e 2002	124
Quadro 47: Áreas das classes de Fragilidade Emergente da BHCC e suas	

variações percentuais entre os anos de 1980 e 2002	127
Quadro 48: Reclassificação das Classes de Fragilidade Emergente da BHCC ...	128
Quadro 49: Critérios para padrões de ocupação urbana da BHCC em 2002	135
Quadro 50: Combinações entre as classes de uso e cobertura da terra da BHCC e a legislação	147

RESUMO

A presente pesquisa desenvolve uma avaliação sobre a dinâmica de ocupação e uso da terra entre os anos de 1980 e 2002 da bacia hidrográfica do rio Cará-Cará – BHCC - localizada no município de Ponta Grossa – Pr, do mesmo que faz uma análise, a partir de determinadas condicionantes físico-ambientais, de níveis diferenciados de fragilidade ambiental da bacia. A pesquisa ainda promove uma discussão sobre os níveis de fragilidade ambiental em contraponto as formas de uso e ocupação da terra na BHCC nos dois períodos de análise, assim como das implicações da legislação ambiental e sua aplicabilidade. Para tanto foram utilizadas diferentes fontes cartográficas para compor uma base digital de trabalho para aplicação em um Sistema de Informações Geográficas e práticas de campo sistemáticas. A obtenção dos resultados se deu basicamente pela edição e cruzamento das informações digitais, sendo que, para a avaliação de fragilidade ambiental, foi utilizada uma relação ponderada de importância entre as variáveis ambientais consideradas, no intuito de considerar para a análise algumas peculiaridades físicas da BHCC. Os resultados alcançados se definem primeiramente por uma variação de 13 classes de fragilidade ambiental que congregam diferentes condições ambientais que as caracterizam. Num segundo momento, a dinâmica ocupacional da bacia demonstra que nos 22 anos considerados houve uma diminuição de índices de proteção do solo em função da intensificação do uso aplicado na BHCC. Por conseguinte, a intensificação do uso promoveu uma menor adequação destas formas de uso com as características físico-ambientais da BHCC. Sobre a legislação ambiental, notou-se deficiências quanto sua aplicação em ambos os anos considerados, sendo que para o ano de 2002 houve uma intensificação quanto sua inaplicabilidade se comparado a 1980. Assim, a pesquisa demonstrou que existem áreas dentro da BHCC que apresentam combinações distintas de ocorrência das condicionantes físicas, fazendo com que se possa caracterizar áreas com maior ou menor potencial a impactos ambientais. Outro aspecto importante é o fato da diminuição ocorrida em níveis de proteção do solo dentro da BHCC, seja esta diminuição evidenciada pela substituição das formas de uso e cobertura da terra, seja pela ineficácia crescente da aplicação da legislação ambiental dentro da bacia. Há que se considerar ainda que esta pesquisa sobre a BHCC não se encerra pelos resultados que alcançou, e sim, abre espaços a discussões e pesquisas futuras que incrementem o debate sobre formas mais apropriadas de uso e ocupação da bacia, objetivando a manutenção da integridade ambiental da mesma, do mesmo modo que resguarde condições adequadas à população que usufrui do ambiente.

Palavras Chave: Bacia Hidrográfica do Rio Cará-Cará, Fragilidade Ambiental, Análises Temporais, Sistema de Informações Geográficas.

ABSTRACT

The present research develops an evaluation of the dynamics of the occupation and use of the land of Cará-cará river watershed _ BHCC _ , between 1980 and 2002, located in the municipal district of Ponta Grossa, and at the same time, analyses it based on predetermined physical-environmental conditionings, on differentiated fragility environmental levels of the watershed, using systemic precepts.

This research also discusses the levels of environmental fragility in contrast with the forms of land use and occupation at BHCC, during the two periods of analysis, as well as the implications of the environmental laws and their execution. In order to do so, apart from the theoretical foundations related to the subjects worked on, different cartographic sources to compose a digital data bank for the application in a Geographic Information System and systematic field practices were used. The results were obtained basically through the edition and crossing of the digital information, but, for the environmental fragility analysis, a weighted relation of the importance between each environmental variable and all the other ones was established in order to consider certain physical peculiarities of BHCC. The results show, firstly, the obtainment of 13 levels of environmental fragility at the BHCC which have different combinations of environmental elements, characterizing in this way, areas of major or minor potenciality environmental impacts. Secondly, the results about the dynamics of the occupation of the watershed show that, during the 22 years which were evaluated, there was a decrease of the soil protection indicators due to the intensification of the applied use at the BHCC, in the urban areas as well as in the rural ones. Consequently, the intensification of the forms of watershed land uses caused a smaller adequation of them to the physical-environmental characteristics of the BHCC. As far as the environmental legislation is concerned, some deficiencies related to its execution in both years were identified, but for the year 2002, there was an intensification in relation to its non-execution, if compared to the year 1980. We have to take into consideration that the results obtained in this research about the BHCC are not conclusive. Yet, they should stimulate other discussions and future research which will improve the debate over more appropriate forms of use and occupation of the watershed, taking into consideration its preservation and environmental conservation as well as the establishment and maintenance of a better quality of the life of the population which makes good use of this environment.

Key-words: Cará-Cará river watershed, environmental fragility, Temporo analyses, Geographic information System

1 INTRODUÇÃO

Todo ambiente, delimitado pela forma que for, possui uma dinâmica própria. Seus elementos constituintes interagem entre si de modos e intensidades específicos e únicos, o que mantém seu comportamento dinâmico. No entanto, a ação antrópica, enquanto agente transformador do ambiente, atua nesta condição de constante mutação do meio alterando o que seriam suas transformações naturais, paulatinas, e de mais fácil assimilação pelo próprio ambiente.

Conforme o modo e a intensidade de apropriação da terra, assim como que, de acordo com as características ambientais do meio, mais intensas ou menos intensas podem ser as alterações provocadas neste. Tais alterações, quando capazes de comprometer negativamente a estabilidade do ambiente, mesmo que temporariamente, podem ser classificadas como impactos ambientais. Assim, os impactos ambientais se constituem em modificações impostas ao ambiente pelo homem em seu processo de uso deste. Podem comprometer uma variedade de elementos do meio que se estende pela litosfera, hidrosfera, atmosfera e pelos organismos vivos.

Esta concepção adotada sobre as inter-relações existentes entre os componentes do ambiente, das relações destes com os organismos vivos, e sobre a constante dinâmica como agente motriz destas conjunções, passa a ser retratada e fundamentada principalmente a partir da proposição da Teoria Geral dos Sistemas. A concepção de 'sistema' passa a ser então, uma possibilidade de análise do ambiente considerando-o como tal.

A adoção da delimitação de bacias hidrográficas como unidades territoriais em análises ambientais, é um preceito sistêmico. A bacia hidrográfica corresponde a uma área em qualquer parte da superfície terrestre passível de ser delimitada principalmente a partir das formas do relevo. Caracteriza-se pelas inter-relações que possui com o meio que a extrapola, por apresentar modos próprios de entrada e saída de matéria e energia, o que favorece a compreensão das inter-relações que se estabelecem entre seus componentes constituintes.

A partir destes entendimentos, a bacia hidrográfica do rio Cará-Cará – BHCC – localizada no município de Ponta Grossa - Pr, foi escolhida como área de estudo da presente pesquisa considerando algumas condições que justificam sua escolha. A bacia estende-se tanto pela área urbana como pela área rural do município. Ao

longo de seus divisores d'água, a ocupação urbana data desde o início do processo de urbanização do município, e esta se expande às porções mais baixas do relevo em sentido aos fundos de vale conforme se intensifica este processo na BHCC. A falta de planejamento à ocupação da bacia, acarretou inúmeros problemas de ordem ambiental, sendo de fácil verificação a ocupação de áreas com altas declividades, a não observância dos canais de drenagem e a contaminação dos rios, assim como a própria falta de infra-estrutura necessária para a urbanização.

Atualmente, a bacia continua sofrendo pressão à intensificação de uso em função de determinadas condições que promulgam tal expansão. As propostas de implementações viárias demonstram a intenção do poder público local em promover o desenvolvimento urbano em partes da bacia, e, dentre elas, a construção do “Contorno Leste”, via instigada em partes pelo Distrito Industrial, elemento que pode também ser considerado como outro fator de influência a expansão urbana pela oferta de empregos.

Desta forma, torna-se imperativo realizar estudos sobre as características da BHCC no intuito de melhor aproveitar seus potenciais, assim como para evitar usos inadequados. Tais estudos devem voltar-se as suas condicionantes físicas identificando quais são e onde se localizam as áreas que melhor potencial apresentam a ocupação, do mesmo modo que, identificar áreas que precisam ser respeitadas por oferecerem riscos ao ambiente e à própria população, caso esta, nestes locais se instale.

Assim, a presente pesquisa procurou estabelecer correlações entre determinados componentes do meio físico da BHCC considerando pesos diferenciados para cada variável ambiental na análise, com o intuito de categorizar hierarquicamente áreas com condições diferenciadas no que se refere ao risco potencial de erosão. Estas informações foram cruzadas com as formas de uso da terra dentro da BHCC nos anos de 1980 e de 2002 para uma análise crítica da dinâmica de ocupação da BHCC durante este período. Algumas implicações legais também foram avaliadas quanto a sua aplicação dentro da BHCC.

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral o mapeamento da Fragilidade Ambiental Potencial e da Fragilidade Emergente nos anos de 1980 e 2002 da bacia hidrográfica do rio Cará-Cará – BHCC – localizada no município de Ponta Grossa - Pr.

Alguns objetivos específicos foram estipulados a fim de enriquecimento da pesquisa, assim como para a concretização do objetivo principal desta, os quais seguem abaixo:

- a) Mapear características físico-ambientais da BHCC.
- b) Mapear o uso e ocupação da terra da BHCC dos anos de 1980 e 2002.
- c) Analisar a dinâmica de uso e ocupação da terra da BHCC entre os anos de 1980 e 2002.
- d) Avaliar a relação do uso do solo em cada ano de análise com a legislação ambiental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO METODOLÓGICA

2.1 ABORDAGEM SISTÊMICA APLICADA À ANÁLISE AMBIENTAL

A aplicação da abordagem sistêmica aos estudos na geografia serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo desta ciência, além de propiciar oportunidade para reconsiderações críticas de muitos dos seus conceitos (CHRISTOFOLETTI, 1979). Para Santos (1968), o espaço como objeto fundamental das análises geográficas independentemente de sua dimensão, quando analisado a partir de uma abordagem sistêmica é possível apreender as articulações do mesmo e de reconhecer a sua própria natureza, devendo possibilitar a definição, de maneira exata e particular, de cada pedaço da terra.

De acordo com Ross (1995), dentro dessa concepção ecológica, o ambiente pode ser analisado sob o prisma da Teoria Geral dos Sistemas, que de acordo com Christofolletti (1979) foi desenvolvida inicialmente nos Estados Unidos por R. Defay em 1929 e por Ludwig Bertalanffy a partir de 1932, e no âmbito da geomorfologia, o ponto de partida é atribuído a Strahler (1950), baseado na descrição de Bertalanffy (1950).

Para Morin (2005) todos os objetos da física, biologia, da sociologia, astronomia, átomos, moléculas, células, organismos, sociedades, astros, galáxias, constituem sistemas, fazendo com que o fenômeno-sistema seja hoje evidente em tudo. Para este autor, o que é preciso compreender sobre o sistema são as características de unidade complexa, pois o sistema é uma unidade global, não elementar, já que é formado por partes diversas e inter-relacionadas. Para ele o sistema é uma unidade complexa, pois não se pode reduzir nem o todo às partes e nem as partes ao todo, sendo preciso conceber o sistema em conjunto, de modo complementar e antagônico, as noções de partes e de todo. “O sistema é ao mesmo tempo mais, menos, diferente da soma das partes. As próprias partes são menos, eventualmente mais, de qualquer forma diferentes do que elas eram ou seriam fora do sistema” (MORIN, 2005:146).

De acordo com Tricart (1977), o conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente, pois ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise e a

necessidade contrária de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. O autor conceitua um sistema como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, sendo que estes fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos. A consequência disso é que o sistema apresenta propriedades que lhe são próprias diferindo da soma das propriedades dos seus componentes, e uma destas propriedades é ter dinâmica própria, específica do sistema.

Esta ótica dinâmica do sistema impõe-se em matéria de organização do espaço, pois estudar a organização deste é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural. Isto faz com que a ótica dinâmica deva ser o ponto de partida da avaliação, devendo guiar a classificação dos meios em níveis taxonômicos. Assim, Tricart (1977) distinguiu três grandes tipos de meios morfodinâmicos em função da intensidade dos processos atuais, a saber: meios estáveis, meios intergrades e os meios fortemente instáveis.

Ross (1995: 73) diz que “(...) na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, entretanto, é freqüentemente alterado pelas intervenções do homem nas diversas componentes da natureza, gerando estados de desequilíbrios temporários ou até permanentes”.

Segundo Drew (1994), a intensidade das alterações depende primeiramente da tensão aplicada ao sistema pelo homem e, em segundo lugar, do grau de sensibilidade do próprio sistema. O mesmo autor afirma ainda que efetivamente os sistemas se alteram, e que na escala humana do tempo, os sistemas naturais parecem estáticos, porém, na realidade os sistemas oscilam em torno de uma situação média, um estado conhecido como equilíbrio dinâmico.

Almeida e Tertuliano (1999) dizem que este equilíbrio dinâmico de cada sistema corresponde ao ajustamento de suas variáveis internas em relação às condições externas. Isso significa que as formas e os seus atributos apresentam valores de acordo com as influências exercidas pelo ambiente, que controla a qualidade e a quantidade de matéria e energia a fluir pelo sistema. Para estes autores, quando o sistema funciona em condições de manter um equilíbrio estabilizado, há tendência para a distribuição equitativa da energia que vai caracterizar o surgimento de estados mais prováveis na organização dos sistemas.

Tricart (1977) definiu que os ambientes que estão em equilíbrio dinâmico, são estáveis e em desequilíbrio são instáveis. Esses conceitos foram utilizados e

aperfeiçoados por Ross (1990; 1994) inserindo novos critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis. Sobre as unidades ecodinâmicas, Ross (1990) diz que estas se caracterizam pela dinâmica do ambiente e tem repercussões imperativas sobre as biocenoses, e que a morfodinâmica, conforme acentua Tricart, é elemento determinante no entendimento do processo, sendo que esse depende do clima, relevo, material rochoso, solos, cobertura vegetal entre outros.

As Unidades Ecodinâmicas Instáveis foram definidas como sendo aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais através dos desmatamentos e práticas de atividades econômicas diversas, enquanto as Unidades Ecodinâmicas Estáveis correspondem à aquelas que estão em equilíbrio dinâmico e poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto, em estado próximo ao natural (ROSS, 1995: 73).

Para ampliar a utilização desses conceitos ao planejamento ambiental, Ross (1990 e 1994) estabeleceu as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente e as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, que apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, apresentam instabilidade potencial em vários níveis diante suas características naturais e a sempre provável ou possível inserção antrópica. Deste modo os níveis (categorias) foram definidos variando de Muito Fraca a Muito Forte para ambas modalidades de Unidades Ecodinâmicas (ROSS, 1995).

2.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS

Segundo Netto (1995), a bacia hidrográfica constitui-se em uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. Seu limite é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas, podendo ocorrer em diferentes tamanhos e, um conjunto de bacias articula-se a partir de seus divisores principais e drenam em direção a um canal coletor principal, constituindo assim, um sistema de drenagem hierarquizado.

A área drenada por um sistema fluvial é definida como bacia de drenagem, e essa rede de drenagem depende não só do total do regime das precipitações, como também das perdas por evapotranspiração e infiltração. Têm papel importante no escoamento canalizado a topografia, a cobertura vegetal, o tipo

de solo, a litologia e a estrutura das rochas da bacia hidrográfica (CUNHA, 1995: 223).

Petts & Amoros (1996) citados por Christofolletti (1999), destacam a abordagem holística sistêmica como considerada a mais apropriada para tratar dos hidrossistemas fluviais, assinalando que os rios devem ser analisados como sistemas tridimensionais, dependendo de transferências de energia, material e biota. Deste modo, tornam-se importantes os fluxos de montante para jusante, as interações laterais com as margens e setores da bacia, e os intercâmbios verticais com as águas subterrâneas e os aquíferos aluviais.

Refosco e Pinheiro (1999), citam que os processos hidrológicos em uma bacia hidrográfica possuem dois sentidos de fluxo. O primeiro é o sentido vertical, representado pela precipitação, evapotranspiração, infiltração e percolação. O segundo é o horizontal, representado pelos escoamentos superficiais, sub-superficiais e subterrâneos.

Christofolletti (1999) esclarece que o sistema da bacia hidrográfica e as formas de relevo, com sua morfologia e processos, estão representados pelas vertentes e pela rede de canais fluviais, onde “as características morfológicas das vertentes e as dos canais fluviais e a dinâmica dos processos morfogenéticos e fluviais combinam-se para expressar a paisagem geomorfológica auto-organizada na entidade integrativa das bacias hidrográficas” (CHRISTOFOLETTI, 1999: 173).

Para Ross e Del Prette (1998: 101),

A bacia hidrográfica, embora se constitua em um sistema natural cujo referencial é a água, não se torna automaticamente um único sistema ambiental, seja do ponto de vista natural, quando se levam em conta as demais componentes da natureza, como relevo, solos, subsolo, flora e fauna, seja do ponto de vista social, quando se consideram as atividades econômicas e político-administrativas.

Nas áreas de análise e planejamento ambiental, usualmente utiliza-se a bacia hidrográfica como unidade espacial. Segundo Resende et al (1997), a bacia de drenagem parece localizar, de forma natural, a questão da conservação dos recursos naturais, em razão da interdependência dos atributos bióticos e abióticos no seu interior. Os autores sugerem ainda que a pequena bacia de drenagem deva corresponder à unidade fundamental de trabalho na conservação do meio ambiente,

pois favorece avaliações diferenciadas como controle de enchentes, reabilitação de terras improdutivas, tratamento e utilização de resíduos, manutenção ou até aumento de fluxo dos cursos d'água e da recarga de água subterrânea, ou implementação de reservatórios de água.

De acordo com Netto (1995), a bacia de drenagem revela-se como uma unidade conveniente ao entendimento da ação dos processos hidrológicos e geomorfológicos e das ligações espaciais entre áreas distintas que podem afetar tanto o planejamento local como o planejamento regional.

Em função da importância adquirida pelo recurso natural 'água' para a sociedade moderna, Ross e Del Prette (1998) afirmam que a bacia hidrográfica passa a ser freqüentemente utilizada como referencial geográfico para adoção de práticas de planejamento ou manejo de recursos naturais.

O que se torna evidente ao utilizar a bacia hidrográfica como unidade espacial de análise é o fato da inter-relação existente entre os componentes físicos, bióticos e sócio-econômicos que caracteriza a estrutura sistêmica de uma bacia hidrográfica.

Considerar os aspectos geológicos, as formas de relevo e os processos geomorfológicos, as características hidrológicas, a biota e a ocupação do solo torna-se fundamental, segundo Guerra (1994), quando se define a bacia hidrográfica como unidade espacial ao planejamento ambiental, pois estas são as principais características que condicionam o regime hidrológico.

Com relação a questão do gerenciamento de recursos hídricos, Assis (1995), diz que é necessário envolver uma multiplicidade de aspectos, sendo que evitar ou minimizar a ocorrência de conflitos de uso ou efeitos danosos é o objetivo central do gerenciamento de bacias hidrográficas. O que se observa, é a necessidade do manejo integrado dos recursos hídricos compatibilizando diversas formas de uso, de forma a garantir a água na qualidade e na quantidade para variados fins (ANDREOLI, 2003).

Referindo-se a conservação dos recursos hídricos, Lara (2003) propõe a realização de um zoneamento considerando parâmetros ambientais e sócio-econômicos, pois para a autora, este conjunto de elementos a ser avaliado constitui o requisito básico para a definição de ações e políticas que resguardem a qualidade ambiental do meio que, por sua vez, refletem diretamente sobre a qualidade e produção de água de uma bacia.

Drew (1994) faz menção a esta questão exemplificando as alterações hidrológicas iniciadas na parte urbanizada de uma bacia hidrográfica que poderiam produzir efeito a montante da corrente e ainda mais a jusante, possivelmente modificando o funcionamento de toda a bacia.

Assim, para Ross (1995: 69):

Planejar e gerenciar a utilização das águas é importante tarefa a ser desempenhada pelas instituições públicas responsáveis pelo desenvolvimento econômico, social e de conservação / preservação ambiental. Esse trabalho deve obrigatoriamente ser feito para cada uma das bacias hidrográficas que compõem o território político-administrativo objeto do planejamento.

Dentre as formas de análise de bacias hidrográficas, a análise morfométrica possibilita inferir determinadas características físicas que possuem implicações diretas sobre o planejamento ambiental. Segundo Garbossa e Canali (2004) as análises geomorfológicas no Brasil têm utilizado pouco a metodologia da análise morfométrica de redes de drenagem apesar desta dar bons resultados, tanto para classificação e regionalização de bacias hidrográficas, quanto para a compreensão da influência do controle lito-estrutural, como também dos processos hidrológicos e hidrogeográficos.

Os índices morfométricos podem indicar certas grandezas das bacias hidrográficas como o comprimento dos canais e média destes, forma da bacia, magnitude, índice de circularidade e densidade de drenagem (WACHHOLZ e PEREIRA FILHO, 2004). As pesquisas que utilizam a análise morfométrica usam de dados quantitativos para o cálculo de diferentes índices, tendo sua origem na identificação das ordens dos canais de drenagem conforme estabelecido por Strahler (1952).

A determinação de ordens e a adequação dos cursos d'água num ordenamento hierárquico permitem a divisão das redes hidrográficas possibilitando a análise do comportamento dos canais, conforme a ordem a que este pertence. Segundo Cunha (1995), a ordenação dos canais fluviais é o primeiro passo para a realização da análise morfométrica das bacias hidrográficas.

Para Canali e Oka-Fiori (1987), o estudo das redes de drenagem é importante para a compreensão de um sistema ambiental, já que a estruturação da rede de canais fluviais é resultado da interação entre os elementos de natureza geológica, climatológica, topográfica e biogeográfica.

2.3 ELEMENTOS AMBIENTAIS E FRAGILIDADE AMBIENTAL

Para Almeida e Tertuliano (1999), os sistemas ambientais sempre estão funcionando perante flutuações no fornecimento de matéria e energia e, cada evento (ação) fornece determinada quantidade de matéria e energia ao sistema, sendo que o valor dessa quantidade representa sua magnitude (intensidade ou grandeza). Entretanto, os eventos apresentam variabilidade muito grande no fornecimento dessas quantidades. Os autores dizem que todo fluxo no sistema promove algum efeito, sendo que essas mudanças variam com a intensidade da entrada. Em seu processo de ajustagem, o sistema é capaz de absorver determinada variação sem que ocorram alterações, mas os eventos de alta magnitude muitas vezes provocam ultrapassagem nos limiares de absorção do sistema, promovendo assim, alterações no mesmo.

Para Ross (1995: 73), “as fragilidades dos ambientes naturais podem ser estabelecidas adotando-se o conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977) e adaptadas por Ross (1990; 1994)”. Segundo Ross (1990), as contribuições de Tricart se completam quando propõe que a paisagem seja analisada pelo seu comportamento dinâmico, partindo da identificação das unidades de paisagem que denomina de unidades ecodinâmicas.

Conceber os ambientes dentro desta perspectiva de dinamismo e inter-relações entre seus elementos constituintes, possibilita um entendimento a respeito destes, de modo a inferir níveis de fragilidade mais próximos da realidade. Assim, analisar características dos elementos que compõem o ambiente, possibilita determinar o quanto cada um destes elementos pode influenciar nos níveis de fragilidade ambiental.

Para a evolução de processos erosivos em uma área qualquer, uma das variáveis de influência é a variação dos declives. Estes associados ao comprimento das rampas agem ativamente sobre o escoamento superficial o qual depende também de outros elementos. Porém, de qualquer modo, a declividade é um agente imprescindível a ser considerado quanto ao potencial erosivo de uma área. O aumento da declividade age basicamente no aumento da velocidade do escoamento superficial. “O volume e a velocidade de uma enxurrada variam com a chuva, com a declividade e comprimento do declive do terreno e com a capacidade do solo em absorver mais ou menos água (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990: 45)”.

Quanto ao relevo, Ross (1990) define que este é algo concreto quanto às formas e abstrato enquanto matéria, e seu modelado se concretiza pelas diferenciações locais da silhueta da superfície da terra. É um dos componentes do meio natural que é composto por um conjunto heterogêneo de formas que compõem a superfície da terra as quais se mantêm em função do substrato rochoso que as sustentam, e dos processos externos e internos que as geram. “Essas formas, por mais que possam parecer estáticas e iguais, na realidade são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado, em função das combinações e interferências múltiplas dos demais componentes do estrato geográfico” (ROSS, 1990: 9).

De acordo com Bastos e Freitas (1999) a estrutura geológica, o tempo e os processos geomórficos produzem o relevo, sendo que sobre este o homem pode provocar alterações significativas, porém locais, e mais intensivas do que extensivas. Ross (1995) diz que as análises das formas, gênese e dinâmica do relevo oferecem importante subsídio à avaliação do potencial de uso da terra e da fragilidade dos ambientes em função dos usos aplicados.

Sobre as formas das vertentes, Chistofolletti (1974) diz que em um sentido amplo, a vertente significa uma superfície inclinada sem qualquer conotação genética ou locacional, se constituindo a categoria de formas, que é o objeto primordial da geomorfologia, já que são componentes básicos de qualquer paisagem. Para uma definição mais precisa Chistofolletti (1974) cita Jean Dylík (1968) que define a vertente como uma forma tridimensional modelada por processos de denudação, atuantes no presente ou no passado, que representa a conexão dinâmica entre o interflúvio e o fundo do vale.

Cada forma de vertente influencia de modo particular o processo de escoamento superficial e de formas de concentração das águas pluviais, proporcionando assim, dinâmicas próprias a cada vertente no que se refere a erosão e a deposição de materiais.

As vertentes convexas são para Boiko e Santos (2004), formas de relevo propensas a infiltração moderada com escoamento superficial e fluxo hídrico disperso, onde processos de erosão linear, deslizamentos, escorregamentos, rastejamentos (*Creep*) e escoamento difuso (*rill wash*) podem ocorrer. Para Penteado (1980) citado por Boiko (2004), nas vertentes convexas a erosão linear é maior que a areolar ocorrendo o recuo e a suavização dos declives mais lentos.

Quanto mais os declives aumentam, maiores serão as quantidades de material transportado, já que as superfícies convexas são controladas por rastejamento e escoamento difuso que esculpem o topo convexo.

Sobre as vertentes retilíneas, Penteado (1980) citado por Boiko (2004) cita que nestas vertentes os processos erosivos quando ocorrem são muito rápidos aparecendo gargantas após tempestades, solapamento de base pelos rios e rastejamento de solo nos topos. Rodrigues (1998) citado por Boiko (2004) complementa que nestas vertentes, quando há um manto de intemperismo profundo, normalmente ocorrem escoamento laminar superficial e sub-superficial, e que a intervenção antrópica nestas vertentes pode gerar processos erosivos como sulcos, transporte de materiais e deposição nas bases da vertente.

Nas vertentes côncavas há convergência do fluxo hídrico que corre no seguimento côncavo da vertente, onde a infiltração é menor que o escoamento superficial, o que faz com que esta se concentre. A denudação apresenta-se ativa, levando a processos de ravinamento, produção de sulcos e voçorocas, que podem ser formados por meio de lavagem em lençol, lavagem pluvial (*rain wash*) ou escoamento linear (*sheet wash*) (BOIKO e SANTOS, 2004).

Outro elemento do meio físico de importância na definição dos níveis de fragilidade ambiental é o substrato geológico, pois este representa a matéria principal do sistema, já que é sobre as rochas que o relevo é esculpido e desgastado, fornecendo desse modo, os sedimentos e constituindo o modelado de erosão e o de acumulação. De acordo com Ross (1995), os levantamentos geológicos são básicos para o entendimento da relação relevo / solos / rocha, ajudando a compreender os tipos de solos que ocorrem em cada unidade ou formação geológica, ou ainda em cada unidade do relevo, prestando-se tanto para a análise da potencialidade agrícola como para avaliação da fragilidade natural dos ambientes.

Para Bertoni e Lombardi Neto (1990) o material de origem, a geologia, age passivamente na formação dos solos. A participação da geologia para a categorização morfodinâmica da paisagem relaciona-se aos processos de evolução geológica do ambiente, e as informações sobre os diferentes graus de coesão das rochas (CREPANI et al, 2001).

A respeito da resistência das rochas à morfogênese, Crepani et al (2001) expõem que o grau de coesão das rochas é a informação básica da geologia a ser

integrada por uma visão Ecodinâmica. Nas rochas pouco coesas podem prevalecer os processos erosivos modificando as formas do relevo predominando assim a morfogênese. Já nas rochas bastante coesas deve prevalecer o intemperismo do material de origem e a formação dos solos (pedogênese).

Com relação a resistência a erosão, Soares e Fiori (1976) dizem que esta depende primeiramente do grau de alterabilidade da rocha ou sua resistência ao intemperismo químico. Em segundo, depende da maior ou menor facilidade de desagregação ou destruição física, ou seja, de seu grau de consolidação.

Crepani et al (2001) propuseram às litologias mais comumente encontradas, uma colocação dentro de uma escala de vulnerabilidade à denudação (intemperismo + erosão) de modo relativo e empírico, que segue no Quadro 01.

Para Garbossa e Canali (2004) a compreensão e/ou identificação do controle estrutural sobre a organização espacial de uma bacia hidrográfica servem como subsídio para a elaboração de um planejamento e manejo racional dos recursos naturais favorecendo para planejar e estimular a ocupação racional.

Quanto aos tipos de solos, Ross (1995) considera que os estudos dos solos devem atender a dois objetivos. O primeiro é o de avaliar a aptidão e a capacidade agropecuária das terras. O segundo é o de subsidiar com informações das características texturais, estruturais e químicas do solo a análise da dinâmica do relevo, da fragilidade, e da funcionalidade dos sistemas ambientais onde cada tipo dominante de solo ocorre. “As pesquisas básicas associadas a erosão dos solos são fundamentais tanto para as práticas agrícolas conservacionistas como para subsidiar no Planejamento Ambiental, onde as práticas econômicas devem ser calcadas em princípios conservacionistas” (ROSS,1994 : 69).

Para os estudos de fragilidade de um ambiente, os critérios utilizados para a variável ‘solos’ passam pelas características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade. “Tais características estão diretamente relacionadas com relevo, litologia, e clima, elementos motores da pedogênese, e fatores determinantes das características físicas e químicas dos solos” (Ross 1994: 67).

Quadro 01: Escala de vulnerabilidade das litologias à denudação

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

Fonte: Crepani et al. (2001)

Ross (1994) utiliza, de acordo com resultados de pesquisas de Lombardi Neto e Bertoni (1975), Fasolo et al (1982) e de suas próprias pesquisas no projeto RadamBrasil, classes de fragilidade ou erodibilidade de tipos de solos tanto para escoamentos superficiais difusos quanto para escoamento concentrados de águas pluviais. Estas classes estão demonstradas no Quadro 02.

Quadro 02: Classes de fragilidade para diferentes tipos de solos

Classes de Fragilidade	Tipos de Solos
1- Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho amarelo textura argilosa;
2- Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho amarelo textura média / argilosa;
3- Média	Latossolo Vermelho amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-amarelo textura média / argilosa;
4- Forte	Podzólico Vermelho-amarelo textura média / arenosa, Cambissolos;
5- Muito Forte	Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas

Fonte: Ross (1994 : 68)

Outro elemento a ser considerado para a definição de níveis diferenciados de fragilidade ambiental é o potencial erosivo definidos por fatores diversos, ou seja, a erosividade. Para Silva, et al (1999) o termo erosividade refere-se a capacidade potencial de um agente qualquer (água, vento, gravidade, etc.) em provocar erosão.

A chuva é um importante agente erosivo. Nos modelos de estudo da erosão, a influência deste elemento é denominado de erosividade das chuvas e é calculado de diferentes formas procurando mensurar a chuva em sua intensidade, de acordo com a necessidade e os objetivos da pesquisa voltada à erosão (BOIN, 2000). A chuva é um dos fatores climáticos de maior importância na erosão dos solos sendo que, as gotas de uma chuva que atingem o solo contribuem para a erosão pelo menos de três maneiras. Primeiramente desprendendo as partículas, depois transportando-as, e imprimindo energia em forma de turbulência, à água superficial (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

A potencialidade das chuvas em provocar erosão constitui, entre outros fatores, um parâmetro de identificação imprescindível, pois do seu conhecimento dependem o planejamento e a execução de um adequado programa de conservação (OLIVEIRA JÚNIOR e MEDINA, 1990). Assim, o fator erosividade da chuva age como elemento fundamental a identificação de níveis diferenciados de áreas com maior ou menor potencialidade aos processos de erosão.

A erosividade representa a capacidade potencial erosiva das chuvas, sendo de grande importância no planejamento e conservação dos solos, e a estimativa de seus valores numéricos, deve quantificar o efeito do impacto das gotas de chuva e, também, a soma e a taxa de escoamento que podem ser associadas à chuva (WISCHMEIER e SMITH, 1978, citados por BOIN, 2000).

Com relação as modalidades de uso e cobertura da terra de um determinado ambiente, estes influenciam nos níveis de fragilidade do ambiente conforme o grau de proteção que oferecem ao solo.

Hidalgo (1990: 19) citado por Ferretti (2003) sugere de acordo com cada tipo de cobertura vegetal um índice de proteção do solo, onde os maiores valores correspondem as maiores proteções do solo e estão representados no Quadro 03.

Ross (1994: 69) também sugere uma hierarquização de graus de proteção aos solos pela cobertura vegetal que estão no Quadro 04 em ordem decrescente da capacidade de proteção.

Crepani et al (2001) se refere a uma relação demonstrada por Lepsch (1976: 142) entre os tipos de uso da terra e as quantidades de perda do solo proporcionadas pelos mesmos anualmente (Quadro 05).

Quadro 03: Classes de cobertura vegetal e grau de proteção do solo

SÍMBOLO	COBERTURA VEGETAL	ÍNDICE DE PROTEÇÃO
1	<u>Floresta primitiva intacta</u>	
1 a	Floresta primitiva densa	1
1 b	Floresta primitiva descaracterizada	0,8 – 0,9
2	<u>Vegetação secundária</u>	
2 a	Mata secundária e capoeirão	0,8 – 0,9
2 b	Capoeira, capoeirinha e ervas	0,6 – 0,7
3	<u>Reflorestamento</u>	0,5 – 0,7
4	<u>Pastagens</u>	
4 a	Pastagem manejada	0,8 – 0,9
4 b	Pastagem não manejada e não degradada	0,6 – 0,8
4 c	Pastagem não manejada e degradada	0,3 – 0,6
5	<u>Cultivos</u>	
5 a	Cultivos com técnicas conservacionistas	0,7 – 0,8
5 b	Cultivos sem técnicas conservacionistas	0,2 – 0,4
6	<u>Hortas</u>	
6 a	Hortas com técnicas conservacionistas	0,7 – 0,8
6 b	Hortas sem técnicas conservacionistas	0,2 – 0,4

Fonte: Modificado de Hidalgo (1990) citado por Ferretti (2003)

Quadro 04: Hierarquia de graus de proteção aos solos pela cobertura vegetal

Graus de Proteção	Tipos de Cobertura Vegetal
1- Muito Alta	Florestas / Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade;
2- Alta	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, Cerrado Denso, Capoeira Densa), Mata homogênea de Pinus densa, Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau;
3- Média	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível / terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas;
4- Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível / terraceamento);
5- Muito Baixa a Nula	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado / gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Ross (1994)

Quadro 05: Relação entre o uso da terra e as perdas de solo anuais

Uso da Terra	Perda de solo (Kg / Ha / Ano)	Proporção relativa (Mata = 1)
Mata	4	1
Pastagem	700	175
Cultura perene (café, laranja, seringueira)	1.100	275
Cultura anual (milho, algodão, soja)	38.000	9500

Fonte: Alterada de Lepsch (1976) por Crepani et al (2001)

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS

Qualquer atividade humana exerce uma carga impactante sobre o meio, ora de intensidades assimiláveis pelo meio, ora de forma que compromete elementos componentes de um ambiente qualquer, ou este como um todo.

Segundo Ross (1994) a fragilidade dos ambientes naturais diante das intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas, e “a princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais” (ROSS, 1994: 63).

Para Tricart (1997: 17), “desde a lenta aparição do homem como espécie animal, os ecossistemas foram por ele modificados, assim como ele foi influenciado em seu desenvolvimento físico, e até intelectual, pelo meio ambiente, ou seja, pelos demais componentes do ecossistema do qual participa”, pois para Tricart o homem participa dos ecossistemas em que vive. Ele os modifica e, por sua vez, os ecossistemas reagem determinando algumas adaptações do homem.

A partir deste ponto de vista, fica claro a inter-relação existente entre os seres humanos e o meio o qual estes ocupam. A grande problemática, no entanto, é quando esta convivência traz danos ao ambiente de forma a comprometer a qualidade do mesmo, assim como a disponibilidade de recursos naturais às gerações futuras.

Dos resultados negativos do impacto da ocupação antrópica inadequada sobre o meio, são representantes os processos de erosão acelerada dos solos, a perda da reserva de seus nutrientes, a contaminação físico-química dos recursos hídricos e possíveis modificações estruturais dos sistemas hidrográficos, como por

exemplo, o assoreamento de várzeas, de reservatórios e canais fluviais (VALÉRIO, 1995).

A intensidade com que ocorrem as variações do ambiente está diretamente relacionada com o nível de fragilidade deste. “Para se falar em sensibilidade ou fragilidade de um dado fator natural a uma perturbação provocada pela ação humana, faz-se necessário definir o conceito de estabilidade do fator natural e a natureza da perturbação antropogênica” (ALMEIDA e TERTULIANO, 1999: 148). Os mesmos autores complementam que o fator natural é tanto mais estável quanto maior for a perturbação necessária para romper seu estado de equilíbrio, e quanto a natureza da perturbação, é preciso diferenciar seu caráter de ocorrência temporal e espacial e se é de caráter randômico ou de caráter sistemático, sendo que este último caracteriza as perturbações provocadas pelo homem já que ocorrem ano após ano e abrangem áreas cada vez maiores.

Para Carvalho (2001), as questões ambientais possuem uma relação direta com o contexto social e afirma que “a relação perversa entre a sociedade e a natureza é, antes de tudo, uma relação perversa entre os homens. Resolver e prevenir problemas ambientais tem como pré-requisito novas relações com a natureza o que pressupõe, em última análise, novas relações sociais” (CARVALHO, 2001:32).

De forma complementar, Bastos e Freitas (1999: 19) dizem que “a ocupação do solo de forma incoseqüente e acelerada no último século, sem a implantação de uma infra-estrutura adequada, contribuiu bastante para vários danos ambientais atualmente observados”.

Assim, pode-se inferir que em se tratando de qualquer forma de ocupação de uma área, os fatores que devem ser considerados em uma análise que pretenda a manutenção das características ambientais necessárias para suporte das intervenções humanas decorrentes, são diversos e complementares entre si. Para Fendrich et al (1997), as principais agressões causadas pelo homem decorrem da retirada da cobertura vegetal, da agricultura sem manuseio próprio, das áreas de pastagem com altas densidades de animais, da abertura de estradas sem execução de obras de drenagem, ou da execução de loteamentos com a inobservância de práticas de conservação do solo e de controle de erosão.

Em relação a impactos causados no relevo, Drew (1994: 124) diz que “como sucede com todos os aspectos do meio físico, as alterações introduzidas no relevo

podem ser consequência deliberada ou inadvertida de qualquer outra atividade”, e que somente no que refere-se as taxas de erosão e sedimentação, é que o homem parece ser capaz de alterar a formação do relevo numa escala que vai do regional ao continental. Assim, ele é um agente geomórfico importante apenas em escala relativamente pequena ou em grau limitado, sendo que de modo geral, os efeitos provocados pelo homem pela intervenção nos processos geomórficos e na modelagem das formas de relevo são localizados.

De acordo com Almeida e Tertuliano (1999), os solos são sempre sensíveis aos danos causados pela ação antrópica e, além das suas funções edáficas, outras funções, como a do armazenamento de água pelos lençóis aquíferos e a capacidade de dissolução de compostos orgânicos, podem ser afetadas pelo uso inadequado, causando perdas ao ambiente e ao próprio homem, já que o solo em conjunto com a atmosfera e a água, constitui a base fundamental da sustentação da vida no planeta.

Referindo-se a erosão dos solos, Castro e Valério Filho (1997), consideram que a erosão é um dos principais testemunhos de procedimentos incongruentes de manejo e produção, pois além dos danos diretamente ocasionados pela perda do substrato edáfico, este processo é responsabilizado por inúmeros distúrbios difusos, em particular, pelo comprometimento dos recursos hídricos e aceleração de processos mais amplos de degradação ambiental.

Bastos e Freitas (1999) expõem que se o solo tiver sua capacidade de absorção das águas da chuva reduzida através de ações antrópicas, como, por exemplo, pavimentações, a distribuição de água por todos os trajetos a jusante de uma bacia será afetada.

A respeito da vegetação, Drew (1994) argumenta que se há a remoção da cobertura florestal de certa área, a transferência de nutrientes minerais do solo para a biomassa se reduz abruptamente, assim como o volume acumulado de biomassa. A água removerá mais nutrientes do solo por lixiviação e escoamento, ao mesmo tempo em que aumentará o aporte de águas pluviais ao solo devido à falta de interceptação da água da chuva pelas copas das árvores. O autor complementa ainda que a perda da cobertura arbórea, a curto prazo reduz a perda de água por transpiração, bem como provoca maior escoamento das águas na superfície da terra, visto que a antiga manta amortecedora de folhas caídas foi substituída pela terra nua, fazendo com que aumente o fluxo em ritmo e volume de água para os rios, assim como determinadas mudanças no uso da terra provocam a diminuição da

capacidade do solo para absorver as chuvas, podendo afetar a distribuição de água por todos os trajetos ulteriores.

Para Ross (1990: 12), “todas essas modificações inseridas pelo homem no ambiente natural alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não afetada pelos homens”.

Para Almeida e Tertuliano (1999: 121) “no geossistema, os diversos subsistemas componentes possuem escalas diferentes para re-ajustagem frente às modificações provocadas externamente, até que restaure o equilíbrio perdido, podendo oscilar da escala medida em anos até a de milhões de anos”.

Ross (1995: 65) complementa que “é evidente que para acontecer as regenerações espontâneas das águas, das coberturas vegetais, dos solos, da fauna e outros, é preciso duas condições básicas – tempo e trégua, ou seja, necessita-se dar oportunidade de auto-recuperação cessando as intervenções predatórias.”

Almeida e Tertuliano (1999: 120) afirmam que o tempo de readaptação é controlado por quatro fatores principais:

- A resistência oferecida às mudanças pelos componentes individuais do sistema, com seus diferentes tempos de reação e de readaptação;
- A complexidade do sistema, envolvendo o número de componentes e a frequência e natureza dos seus relacionamentos;
- A magnitude e a direção do evento de entrada que pode reforçar a tendência de mudança existente no próprio sistema ou ser contrário a ela;
- O ambiente da energia do evento de entrada oferecido ao sistema. As rápidas flutuações ocorridas no evento podem ser filtradas por subsistemas do ambiente, a fim de manter tendências mais simples no decorrer do fluxo.

Ainda Almeida e Tertuliano (1999), citam que a facilidade e rapidez de sofrer alterações e de se readaptar estão relacionadas com o índice de abertura do sistema e, quanto maior for o número de conexões com o ambiente, maior será o número de fontes e estímulos passíveis de alterar o sistema, assim como também será maior sua organização.

2.4.1 Urbanização e Impactos Ambientais

Gonçalves e Pereira (2001) interpretam o espaço como tendo um sentido de finalidade, que é o da produção da vida humana, e para eles o meio ambiente

urbano deve ser considerado resultado da história do homem em seu processo de forma, provocando mudanças, suportando, ou mesmo causando danos ao ambiente.

Segundo Carvalho (2001), a urbanização é um dos processos mais impactantes no meio ambiente, notadamente no que se refere à qualidade dos recursos hídricos. Os problemas ambientais urbanos surgem não somente por causa da ocupação inadequada de terrenos bons, mas também, e principalmente, de terrenos inadequados à urbanização.

Referindo-se ao risco da expansão urbana como fator de comprometimento aos recursos hídricos, Andreoli (2003: 45) comenta que:

Na área urbana, o grande crescimento acompanhado pela ocupação inapropriada dos mananciais contribuem para alteração do regime hídrico e redução da qualidade das águas. Planos de ocupação do solo inadequados ou inexistentes permitem o avanço desordenado, sem critérios e sem estrutura de saneamento básico sobre as bacias de captação de água para consumo humano, animal e / ou industrial.

Sobre os efeitos da emissão de efluentes nas áreas urbanas às comunidades aquáticas, Bollmann (2003: 273), diz que a “magnitude do impacto depende de fatores como o estado do corpo d’água antes do lançamento, sua capacidade assimilativa, e ainda, da quantidade e distribuição das chuvas, uso do solo na bacia, tipo e quantidade de poluentes arrastados”.

Hasenack e Weber (2000) comentam que o planejamento urbano no Brasil tem sido feito levando-se em consideração inúmeros critérios e objetivos, mas geralmente deixa a desejar em relação a aspectos técnicos, ambientais e de legislação.

Como instrumento legal de gestão urbana, o Plano Diretor é o instrumento básico da política municipal de expansão urbana, e tem como objetivo ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem estar de seus habitantes. Formalmente, é uma lei municipal obrigatória para as cidades com população superior a 20.000 habitantes (BRAGA, 2001). “O Plano Diretor tem se constituído basicamente em instrumento definidor das diretrizes de planejamento e gestão territorial urbana, ou seja, do controle do uso, da ocupação, parcelamento e expansão do solo urbano” (BRAGA, 2001: 97). Além desse conteúdo básico, Braga afirma que é freqüente a inclusão de diretrizes sobre habitação, saneamento, sistema viário e transportes urbanos.

Antonio Filho (2003) cita que fatores exógenos e endógenos podem criar condições favoráveis para o crescimento de um núcleo urbano. Entre eles, o autor destaca a posição geográfica com relação aos grandes centros, as vias de acesso e sua localização dentro da malha viária, a importância da atividade econômica que tem como centro local ou regional a cidade, a intensidade do fluxo migratório, a taxa de crescimento vegetativo, o fluxo de capitais, as políticas municipais de emprego, habitação, saúde, etc, bem como fatores de ordem natural (com potencialidade de catástrofes ou, ao contrário, de atração natural) e fatores de ordem nacional / internacional, cuja influência, em um determinado momento histórico, não pode ser desprezada. Alguns destes fatores mencionados como de influência a expansão urbana podem ter um peso maior ou menor, como também podem influir no sentido inverso, isto é, favorecer o refluxo do crescimento de um núcleo urbano, sendo que o crescimento ou a estagnação de uma cidade depende de uma série de fatores relacionados com o momento histórico.

Diante do exposto, de tamanha diversidade de influências aplicadas à expansão ou à retração urbana, entende-se a necessidade de planejamento intensivo para tal processo. Planejamento é um processo que objetiva racionalizar a tomada de decisão política e a implantação dos cursos de ação escolhidos. Envolve a produção de cenários futuros desejados, bem como a seleção e implementação da melhor alternativa, para levar o espaço da situação atual para a situação desejada (PEREIRA et al, 1987). Desta forma, cabe salientar a importância do planejamento do crescimento das cidades, e estudar as tendências através do monitoramento da expansão da mancha urbana e a sua interação com o meio físico (VALÉRIO, et al 2003).

Ross (1994) complementa que a partir desta perspectiva de planejamento econômico e ambiental do território, quer seja ele a nível municipal, estadual, federal, bacia hidrográfica, ou qualquer outra unidade espacial, é necessário que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas a potencialidade dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes.

Dentre os problemas que podem afetar o meio ambiente urbano destacam-se os insuficientes investimentos em saneamento básico, a intensa poluição dos recursos hídricos, a deficiência no sistema de drenagem que contribui para a ocorrência de enchentes, a ocupação de áreas de várzeas, as precárias condições

para a destinação do lixo, a diminuição das áreas verdes e a poluição do ar (BARROS et al, 1995).

Andreoli (2003) expõe que a ausência de infra-estrutura urbana básica, como a falta de coleta e tratamento de esgotos, coleta de lixo e a disposição inadequada de resíduos leva contaminantes aos rios que têm a qualidade da água comprometida, o que dificulta a potabilização da água para o consumo.

Sobre a poluição dos sistemas hídricos, Andreoli (2003: 54) cita que um “poluente é qualquer substância biológica, física ou química que encontrada em excesso em um corpo hídrico pode causar efeitos negativos a algum ser vivo e prejudicar os usos potenciais que dele são feitos”. Para ele, a poluição pode ocorrer de forma pontual quando os poluentes atingem o corpo hídrico de forma concentrada, como lançamento de esgotos coletados, lançamentos industriais, chorume de aterros, etc, ou de forma difusa, quando os poluentes adentram o corpo hídrico distribuídos ao longo de sua extensão sendo de difícil avaliação, podendo incluir os resíduos sólidos espalhados sobre os terrenos baldios, ruas e calçadas, os poluentes atmosféricos sedimentados sobre o solo, os dejetos animais e biocidas presentes nas áreas agrícolas, os sedimentos gerados pela erosão, entre outros, sendo que para estes não há forma de tratamento, a não ser a mudança de comportamento da população.

Garcias (2003) referindo-se a oferta de saneamento diz que estes serviços são destaque do ponto de vista ambiental, já que trazem conseqüências ao uso e conservação dos recursos naturais e têm por objetivo principal preservar os recursos e proteger a saúde da população, além, do atendimento ao conforto do homem.

Sobre os efeitos dos esgotos nos recursos hídricos, Barros et al (1995) destacam diferentes impactos. Efluentes de origem doméstica e / ou industrial com diferentes formas de poluentes gerados, causam inúmeras conseqüências, e dentre outras os autores citam os problemas estéticos, os depósitos de lodo, a produção de patogênicos, um maior consumo de oxigênio que compromete a fauna em seus diferentes níveis, o crescimento excessivo de algas, a contaminação da água subterrânea, entre outros.

Referindo-se ao problema da erosão urbana, Fendrich et al (1997) afirmam que este está estreitamente ligado ao rápido crescimento da população e urbanização espontânea e, portanto, seu controle e prevenção em grande parte dependem do adequado planejamento do desenvolvimento urbano.

Com relação ao processo de urbanização em áreas periféricas, Gonçalves e Pereira (2001) dizem que, na maioria das vezes, este ocorre de maneira irregular e, pela própria iniciativa da população carente, que ocasionalmente ocupa áreas impróprias tais como as de utilidade pública, fundos de vale e outras áreas de preservação permanente, geram um uso inadequado do solo urbano. Os mesmos autores complementam que as periferias urbanas das cidades médias se caracterizam basicamente por aspectos sócio-ambientais comuns, e que as diferenças presentes no espaço urbano podem ser entendidas como resultado do processo de má distribuição de renda, provocando inúmeras desigualdades sociais, sendo que o alto valor das propriedades, aliado a constantes práticas de especulação imobiliária, afasta a população carente das áreas centrais, muitas vezes privando a mesma de serviços básicos, tais como comércio, transporte, educação e segurança.

Traçando considerações sobre a urbanização sustentável, Carvalho (2001) diz que é necessário retomar a necessidade de uma reforma urbana que incorpore a questão do acesso à terra e à cidade, o planejamento urbano, e um zoneamento geo-ambiental. Braga (2001) complementa sobre a sustentabilidade na urbanização evidenciando a necessidade de alguns aspectos que se referem a implantação de lotes urbanizados, imposto progressivo, moradia social subsidiada, subsídios ao setor privado de construção, etc., sendo necessário colocar em pauta uma nova urbanização em contraponto à urbanização tradicional, objetivando superar as contradições encontradas nas cidades atuais.

Ainda para Braga (2001), um parâmetro básico a ser observado pelas municipalidades para a delimitação da zona de expansão urbana é a Lei Federal 6.766/79, modificada pela Lei 9.784/99, que proíbe o parcelamento do solo para fins urbanos nos casos de terrenos alagadiços e sujeitos a inundação, de terrenos que tenham sido aterrados com materiais nocivos a saúde, de terrenos com declividade acima de 30%, de terrenos com condições geológicas impróprias, e de áreas de preservação ecológica.

Com relação as áreas naturais, estas são, para Carvalho (2001), essenciais tanto no meio natural como no meio ambiente construído. “Praças, áreas verdes, e áreas institucionais para equipamentos comunitários são essenciais a uma vida urbana tanto como as várzeas e mananciais são importantes na gestão ambiental do sítio urbano” (CARVALHO, 2001: 31).

2.4.2 Atividades Rurais e Impactos Ambientais

Diferentes atividades são praticadas pelo homem no meio rural e, conseqüentemente, diferentes são os efeitos do uso deste espaço, os quais diferem dos impactos ambientais pela urbanização. Segundo Drew (1994), dentre as atividades realizadas no meio rural, a agricultura é a que mais extensivamente é aplicada. Ela trabalha com a epiderme da Terra, sendo que é aí que podem ocorrer as maiores mudanças na maior parte das características do meio físico.

Segundo Guedes (2001), o plantio quando realizado sem nenhum cuidado com a conservação do solo, tende a aumentar consideravelmente os processos de erosão, com grande aumento no escoamento em relação às condições prévias de floresta ou mata natural e, adicionalmente, as estradas e as divisas de propriedades também geram alterações no solo, facilitando os processos erosivos.

Referindo-se a influência das áreas rurais à disponibilidade hídrica, Tricart (1977) menciona estas como sendo os locais que permitem a alimentação dos lençóis freáticos e sua realimentação, possibilitando também, a formação das descargas dos cursos d'água.

A respeito dos problemas causados pelo homem no meio rural que podem comprometer a disponibilidade hídrica, Andreoli (2003: 45) cita dois principais:

- Redução do potencial hídrico, em função do desmatamento, da degradação estrutural do solo e do aumento da evapo-transpiração reduzem a infiltração, como conseqüência reduz a recarga dos solos e dos aquíferos subterrâneos e aumenta o escoamento superficial e a erosão nas bacias hidrográficas. Este processo aumenta a vazão dos rios durante as cheias mais fortes, e reduz sensivelmente durante as secas, quando a vazão dos rios depende mais da água armazenada no solo e nos lençóis subterrâneos.
- Perda da qualidade da água: É impossível dissociar os problemas ambientais resultantes do modelo agrícola dos danos resultantes na qualidade da água. A acumulação de sedimentos nos rios é resultado da erosão que carrega junto ao solo, material orgânico, nutrientes, agrotóxicos e dejetos para os rios; a eutrofização da água é resultado de fertilizações desequilibradas e descargas de dejetos animais direta ou indiretamente em mananciais.

Sobre as alterações provocadas ao solo, Almeida e Tertuliano (1999) dizem que sob condições onde a cobertura vegetal ainda é presente, os restos vegetais que são transferidos ao solo podem influir sobre fatores diversos como o armazenamento de água e a temperatura do solo. Há também alterações na atividade escavadora da fauna edáfica, que são também importantes, visto que as

substâncias químicas liberadas podem ser uma importante fonte de nutrientes, sendo eficientes, portanto, do ponto de vista energético. Os autores também se referem a excessiva acumulação de gado que causa a compactação do solo diminuindo assim a capacidade de infiltração de águas pluviais.

Almeida e Tertuliano (1999) evidenciam também como resultados negativos proporcionados pela substituição da vegetação natural por áreas de cultivo, impactos diretos que se relacionam a perda da biodiversidade e fragmentação da biota com o insulamento ao nível do indivíduo e das comunidades vegetais, a invasão por espécies exóticas, a aceleração de processos erosivos e perda da fertilidade quando utilizados sistemas de manejo incompatíveis com a aptidão agrícola, compactação do solo pela mecanização, a possibilidade de avanço de pragas e doenças, contaminação de aquíferos pela utilização de corretivos e fertilizantes, alteração na temperatura do solo e do ar, e erosão eólica. E como impactos indiretos os autores citam a perda da fertilidade do solo por lixiviação, diminuição da capacidade de armazenamento hídrico do solo, processos erosivos e conseqüente assoreamento dos rios e perda do solo arável, e a possível formação de voçorocas.

2.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Como instrumento regulador dos usos aplicados em um território, o conjunto de leis que vão das esferas federais às municipais que tratam das condicionantes ambientais, agem delimitando os tipos de usos que podem ser aplicados em cada ambiente. Quando integralmente aplicadas, atuam sobre variadas interfaces do meio de forma específica e integrada, ora protegendo a fauna, as formações vegetacionais, ora protegendo a qualidade do solo, da água ou do ar.

Com relação a conservação dos recursos hídricos, a Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos considera a água como sendo um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. A bacia hidrográfica é definida como a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, também criado com a referida lei. Sobre a gestão dos recursos hídricos, esta deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. As

proposições da lei são principalmente para assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Para o estado do Paraná, adicionalmente foi criada a Lei nº 12.726 de 26 de novembro de 1999 instituindo a Política Estadual de Recursos Hídricos e criando o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, como parte integrante dos Recursos Naturais do Estado, nos termos da Constituição Estadual e na forma da legislação federal aplicável.

Sobre a definição de áreas de proteção, a Resolução nº 303 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) de 20 de março de 2002 dispõe sobre alguns parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (APP's) considerando estas como instrumentos de relevante interesse ambiental, já que integram os preceitos da sustentabilidade que é objetivo tanto das presentes como das futuras gerações. A resolução define, dentre outras determinações, algumas condições que se encaixam nas características da BHCC. São APP's as faixas marginais de 30 metros dos rios medidas a partir de seus níveis mais altos, em projeção horizontal, para os cursos d'água com menos de dez metros de largura. Para as nascentes, ainda que intermitentes, é delimitado um raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja a bacia hidrográfica contribuinte. Para as encostas ou parte destas, são consideradas como APP's as que apresentam declividades superiores a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive.

A Lei Orgânica do Município de Ponta Grossa (PMPG, 2005) no artigo 129 cita que o Plano Diretor de Ponta Grossa compreende, entre outras, as seguintes diretrizes:

- I - normas relativas ao desenvolvimento urbano e ao adequado aproveitamento do solo; (...)
- III - critérios de parcelamento, uso e ocupação do solo e zoneamento, com previsão de áreas destinadas a moradias populares, com meio de acesso aos locais de trabalho, de ensino e lazer;
- IV - proteção ambiental;
- V - ordenação de uso e de atividades compatíveis com o respectivo zoneamento; (...)
- VII - delimitação da zona urbana e de expansão urbana;

Deste modo, a fim de preservação das áreas de fundos de vale, a Lei nº 4.842 de 18 de dezembro de 1992 constante no Plano Diretor (PMPG, 2003), dispõe no

seu Art. 1º sobre a criação dos Setores Especiais de Preservação de Fundos de Vale em toda a área do Município e tem por objetivos:

- I - a prevenção das conseqüências danosas à coletividade advinda da ocupação desordenada de áreas lindeiras aos cursos d'água;
- II - recuperar e proteger as áreas adjacentes aos fundos de vale degradadas ou ameaçadas de degradação;
- III - propiciar condições para a implantação de projetos integrados de microdrenagem e de parques lineares;
- IV - promover o controle ambiental e paisagístico dos fundos de vale.

O Art. 2º da lei define as faixas de drenagem como as faixas do terreno que compreendem os cursos d'água, córregos ou depressões naturais responsáveis pelo escoamento de águas pluviais.

O Art. 3º define que as faixas de drenagem deverão apresentar largura mínima de forma a acomodar satisfatoriamente um canal aberto cuja seção transversal seja capaz de escoar as águas pluviais a montante do ponto considerado e, para efeito de pré-dimensionamento e estimativa das seções transversais das faixas de drenagem, deverá ser seguida a Tabela 01.

De forma complementar, é definido no mesmo artigo que para bacias hidrográficas contribuintes com área superior a 5.000 ha, a faixa de drenagem será dimensionada pelo órgão técnico competente, e que além da faixa de drenagem mínima definida na Tabela 01 deverão ser previstas áreas laterais destinadas à manutenção dos cursos d'água, a critério do órgão competente.

O Art. 9º da mesma Lei determina que os Setores Especiais de Preservação de Fundos de Vale implantados em áreas de domínio público serão destinados, prioritariamente, a parques lineares para uso recreativo, desportivo, de lazer, educação, cultura e recuperação da flora. Para tanto, o Poder Executivo poderá ceder o uso a outros entes públicos ou a órgãos da administração indireta ou fundacional e permitir o uso a associações de moradores de loteamentos contíguos ou a entidades ambientalistas privadas com o objetivo de garantir a preservação dessas áreas.

A Lei nº 6.326 de 17 de dezembro de 1999, também constante no Plano Diretor Municipal, consolida e atualiza a legislação que fixa as normas para a aprovação de arruamentos, loteamentos e desmembramentos de terrenos no Município de Ponta Grossa.

Tabela 01: Áreas não edificáveis de acordo com as faixas de drenagem delimitadas pela área da bacia hidrográfica contribuinte

FAIXAS DE DRENAGEM		
Área da bacia hidrográfica contribuinte (ha)	Faixa não edificável (m para cada lado)	
De 0 a 25	6	
De 25 a 50	8	
De 50 a 75	10	
De 75 a 100	15	
De 100 a 200	20	
De 200 a 350	25	
De 350 a 500	30	
De 500 a 700	35	
De 700 a 1.000	40	
De 1.000 a 1.300	50	
De 1.300 a 1.500	60	
De 1.500 a 1.700	70	
De 1.700 a 2.000	80	
De 2.000 a 5.000	100	

Fonte: Plano Diretor Municipal (PMPG, 2003)

Em seu Art. 4º, a Lei determina, entre outras obrigações, que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes, em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação, em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até sua correção, e em áreas que possam desfigurar ou prejudicar locais de interesse paisagístico, histórico, além de reserva florestal.

O Capítulo II desta lei, quando se refere às questões de documentação e aprovação dos projetos de arruamentos, loteamentos e desmembramentos de terrenos, define que será a própria prefeitura que indicará nas plantas apresentadas aos órgãos competentes as diretrizes para as faixas do terreno necessárias ao escoamento das águas pluviais, assim como as faixas não edificáveis, as zonas de usos compatíveis, e o plano de arborização de vias públicas.

2.6 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM ANÁLISES AMBIENTAIS

O SIG, Sistema de Informações Geográficas, pode ser concebido como qualquer conjunto de procedimentos, manuais ou auxiliados por computador, utilizados para armazenar e manipular dados espaciais geo-referenciados (ARONOFF, 1991). Entretanto, o avanço da informática e sua aplicação em análises

espaciais limitou esta definição definindo-a como sistemas baseados com o uso de computador (BURROUGH, 1992), e o mesmo autor define SIG como um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos.

Para Weber et al (1998) o SIG é um sistema computacional que reúne um conjunto de ferramentas para entrada, armazenamento, recuperação, transformação, análise e representação de dados da realidade para um propósito determinado, sendo que o princípio básico de seu funcionamento é o geo-referenciamento.

Hasenack e Weber (2001) avaliam que um dos ganhos que podem ser obtidos com o uso do SIG em relação a forma tradicional de analisar o ambiente é a redução da subjetividade, possibilitando a tomada de decisões sobre uma base mais técnica e menos pessoal.

Por sua versatilidade, as aplicações a que estão sendo direcionados os usos do SIG são muito diversas. Em trabalhos voltados às áreas ambientais também são várias as interfaces que podem ser dadas à aplicação do SIG. Podem ser ações voltadas às análises espaciais, ao planejamento ou ao monitoramento ambiental, fases estas que são compostas de variadas necessidades onde o SIG pode atuar. Para Simões (1993), devido às inúmeras aplicações existentes que envolvem a espacialidade dos fenômenos, os SIG's tornaram-se sistemas multidisciplinares, podendo ser utilizados como ferramentas na análise de fenômenos naturais, econômicos e sociais, relevando ainda que os SIG's são utilizados em aplicações que geralmente envolvem uma quantidade de dados muito grande para serem manuseados por processos convencionais.

Xavier-da-Silva (2001) conjectura que para a pesquisa ambiental algumas proposições merecem destaque, que são o fato de todo fenômeno ser passível de ser localizado, ter uma extensão determinável, estar em constante alteração, e de que todo fenômeno apresenta-se com relacionamentos, nunca se apresentando isolado. Assim o autor afirma que procedimentos que permitem a investigação detalhada de relacionamentos entre entidades pertencentes a um ambiente são possíveis a partir do uso do SIG em análises ambientais.

Para trabalhar com um sistema desta capacidade operacional, existe a possibilidade de utilização de inúmeros instrumentais de registro da superfície terrestre os quais podem ser integrados e manuseados em um SIG. O avanço

tecnológico e a disponibilização de materiais provenientes de diferentes sensores de imageamento terrestre, assim como a diminuição dos custos dos mesmos, vem facilitando a integração desta tecnologia à análises espaciais diversas.

Referindo-se as fotografias aéreas Bitencourt (1999) cita que os levantamentos aerofotogramétricos são fontes de informações usuais em SIG's e que o uso de uma série histórica de fotografias aéreas para o monitoramento ambiental é plenamente viável, assim como a integração do uso de técnicas fotogramétricas e de interpretação de imagens visando o planejamento físico territorial de uma área é de extrema importância, uma vez que os dados coletados pelas fotografias somados a mapas temáticos comprovam a eficiência em atividades voltadas para a avaliação dos recursos naturais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta fase compreende basicamente a descrição dos procedimentos utilizados para compor a base de dados digital utilizada nas análises da presente pesquisa. As etapas realizadas estão representadas na Figura 01.

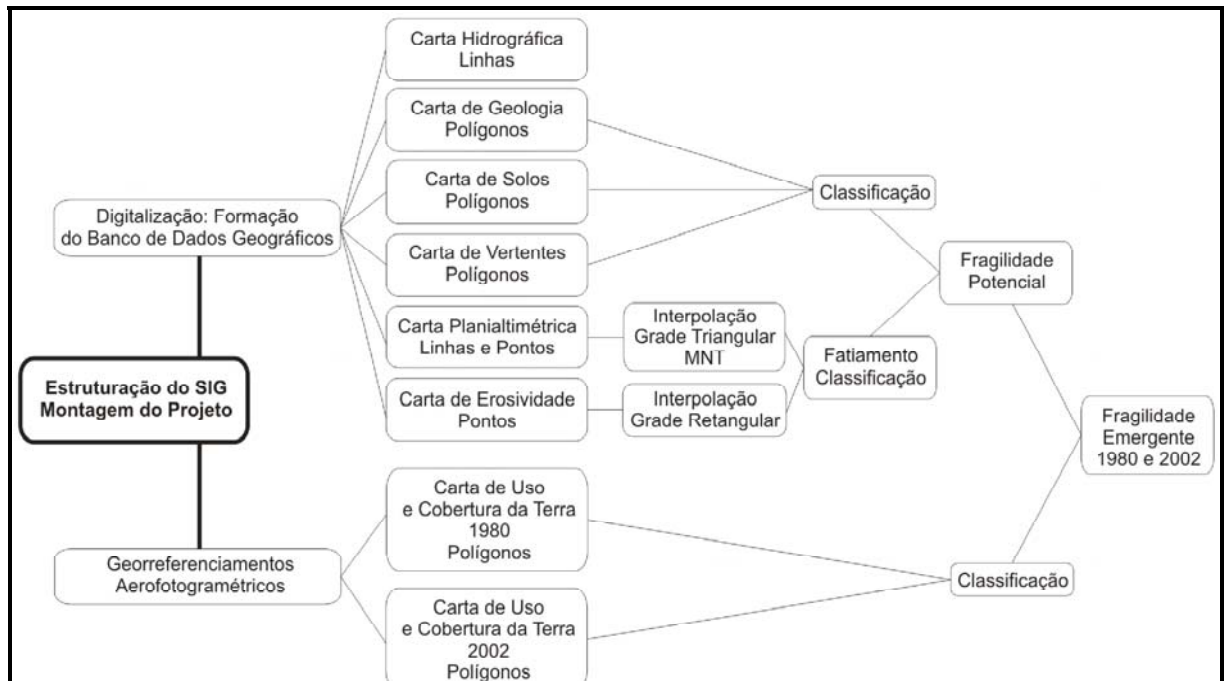


Figura 01: Fluxograma: Procedimentos Metodológicos
Organização: Marcos A. Miara

3.1 CARTA PLANIALTIMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC

Foi utilizada a carta topográfica do DSG de 1980, Folha Ponta Grossa SG. 22-X-C-II / 2 (MI – 2840/2), em escala 1:50.000 da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG, 1980), com Sistema de Projeção UTM, Datum vertical de Imbituba, Santa Catarina, e Datum horizontal de Córrego Alegre, Minas Gerais.

Pela digitalização das curvas de nível e dos pontos cotados através do *software* SPRING v.4.1.1 (INPE, 2005), os dados planialtimétricos foram transferidos para arquivo digital para posteriores operações. A equidistância das curvas é de 20 metros, com curvas de nível auxiliares de 50 metros (Figura 21, página 61). A partir

deste material foram mapeados também os divisores topográficos para delimitação da área da BHCC.

3.2 CARTA HIDROGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC

A drenagem teve seus principais cursos, os canais fluviais, digitalizados tendo como base a carta topográfica da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG, 1980). Seu enriquecimento em detalhes, os canais pluviais, foi realizado por fotointerpretação das fotografias aéreas de 2002 em escala 1: 30.000, e posterior digitalização (Figura 21, página 61). Todos os processos de digitalização foram realizados pelo *software* SPRING v.4.1.1 (INPE, 2005).

3.2.1 Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Cará-Cará - BHCC

Os parâmetros morfométricos utilizados são abordados por Christofolletti (1974), sendo eles a hierarquia fluvial, a análise areal, análise linear e a análise hipsométrica. Assim, para a BHCC a análise se iniciou pela ordenação dos canais fluviais por sua hierarquização. A partir de então, foram analisados aspectos lineares quantificando e medindo os canais, aspectos areais da bacia e suas relações com os canais, e as variações hipsométricas da bacia.

Os dados produzidos foram:

- A relação entre o comprimento médio dos canais (L_m), que representa a média das extensões dos canais de cada ordem.
- A extensão do percurso superficial (E_{ps}), que indica a distância média percorrida pelas águas pluviais do interflúvio ao canal de drenagem, que está relacionado com o grau de dissecação do relevo. “A intensidade de dissecação ou – como também se costuma chamar: a intensidade de rugosidade topográfica – é o primeiro grande indicador da fragilidade potencial que o ambiente natural apresenta” (ROSS, 1990). O mesmo autor complementa que, a densidade de drenagem associada ao grau de entalhamento dos canais combinados, determina a rugosidade topográfica, ou o índice de dissecação do relevo e obviamente define a dimensão interfluvial média dos conjuntos homogêneos de formas ou conjuntos de formas semelhantes.

- A densidade hidrográfica (D_h), que consiste na relação entre o número de segmentos fluviais de primeira ordem e a área da bacia hidrográfica; a densidade de drenagem (D_d) que é a relação entre o comprimento total dos canais fluviais com a área da bacia; e o gradiente dos canais (R_r) que relaciona a diferença máxima de altitude entre o ponto da nascente e da foz com o comprimento do respectivo segmento fluvial. Patton e Baker (1976) citado por Ferreira (1999) ressaltam que a D_d (Densidade de drenagem) revela a capacidade da bacia hidrográfica de remover o excedente da precipitação, que resulta em escoamento superficial. Segundo os autores, bacias com altos valores de D_d (Densidade) tendem a concentrar rapidamente as cheias. Christofolletti (1974) resalta também que quanto maior o valor de D_d em uma área com relevo constante, menores e mais inclinadas serão as vertentes.

- O Coeficiente de Compacidade (C_c) que, quando mínimo, igual a 1 (um), correspondendo a uma bacia circular e, de acordo com Diedrichs (2002), quanto mais próximo da unidade for o valor do índice, maior será a tendência para concentração de águas pluviais nos canais de ordem superior, favorecendo assim as enchentes.

3.3 CARTA DE GEOLOGIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC

Para a construção da carta geológica foi realizada num primeiro momento uma compilação de dois materiais cartográficos. O primeiro material é a Carta Geológica do mapeamento do Projeto Leste do Paraná, Folha Ponta Grossa SG-22-X-C-II-2, em escala 1:50.000 (AGUIAR NETO, 1977). O segundo material é o Mapeamento Geológico do Município de Ponta Grossa em escala 1:250.000 (GODOY, 200? citado por PEREIRA, 2002).

A união destes dois trabalhos cartográficos foi realizada em função de diferentes feições identificadas em ambos materiais, assim como pelo nível de detalhamento diferenciado atribuído a algumas classes, principalmente aos depósitos Quaternários. Ainda foram adicionadas a esta carta as linhas de fratura que foram traçadas através da análise dos elementos texturais da drenagem destacando os segmentos retilíneos que compõem os alinhamentos de drenagem

(SOARES e FIORI, 1979). Destas sobreposições originou-se a Carta de Geologia da BHCC (Figura 26, página 67).

3.4 CARTA DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC

A Carta de Solos da BHCC (Figura 27, página 70) teve como base as unidades de mapeamento realizado pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em escala 1:600.000, e organizado por Higa (2003) para o SIFLOR - Sistema de Informações para Planejamento Florestal. Foi utilizada ainda a classificação proposta pela EMBRAPA (Larach, et al, 1984), não sendo utilizada a classificação atual da EMBRAPA (1999) pela possibilidade de uma maior descrição de cada unidade de mapeamento quanto suas propriedades físico-químicas, além de que, conforme Oka-Fiori (2002), a adaptação da nova terminologia não é uma tarefa simples realizada com apenas a troca de termos, já que a nova terminologia não corresponde inteiramente aos termos da classificação antiga.

Para a BHCC, de acordo com a base de mapeamento utilizada, existe um total de quatro tipos de solos. Em função da escala do mapeamento base, não há a discriminação dos solos hidromórficos associados às planícies de inundação. Deste modo, este tipo de solo foi adicionado tomando como base o mapeamento dos depósitos quaternários no mapeamento geológico da bacia. Considerou-se para tanto, a descrição de Larach et al (1984²) que faz alusão a distribuição geográfica da classe 'HG2' descrevendo sua ocorrência nas várzeas de determinados rios, e dentre eles, do rio Tibagi. Estando os depósitos quaternários localizados na foz do rio Cará-Cará com o rio Tibagi, foi adicionado este tipo de solo para compor o mapeamento de solos da BHCC para esta pesquisa. Para todos os procedimentos de digitalização, foi utilizado o *software* SPRING v.4.1.1 (INPE, 2005).

3.5 CARTA DE TIPOS PREDOMINANTES DE FORMAS DE VERTENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC

Para fazer a identificação e delimitação das formas predominantes de vertentes, foram analisadas empiricamente as distâncias e os ângulos entre as curvas de nível utilizando a carta topográfica (DSG, 1980).

Nas Vertentes Retilíneas ocorre uma separação eqüidistante entre as curvas de nível com os segmentos retilíneos constantes, indicando assim, que não há curvatura na superfície. Para as Vertentes Côncavas, há uma proximidade entre as curvas no topo e um maior distanciamento entre elas na base fazendo com que seu ângulo de curvatura diminua para a porção mais baixa da vertente. De forma oposta, nas Vertentes Convexas as curvas de nível estão mais afastadas no topo e próximas entre si na base fazendo com que seu ângulo de curvatura aumente para a base da vertente.

Foram identificadas e mapeadas três classes de tipos predominantes de vertentes dentro da BHCC além das planícies. Depois de identificadas e classificadas as vertentes, estas foram poligonizadas conforme os seus tipos predominantes de ocorrência gerando uma Carta de Tipos Predominantes de Formas de Vertentes da BHCC (Figura 25, página 65). Para todos os procedimentos de digitalização, também foi utilizado o *software* SPRING v.4.1.1 (INPE, 2005).

3.6 CARTA DE DECLIVIDADES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC

Os dados básicos para a composição de uma carta de declividades são valores altimétricos. Estes dados são representados em uma carta topográfica através de pontos e linhas cotadas. Estes, após serem digitalizados da carta topográfica (DSG, 1980) foram utilizados para a produção de uma grade triangular utilizando o *software* SPRING v.4.1.1 (INPE, 2005).

Para a modelagem da superfície por meio de uma grade triangular, cada polígono que forma uma face do poliedro é um triângulo, e os vértices do triângulo são geralmente os pontos amostrados na superfície. Esta modelagem, considerando as arestas dos triângulos, permite que as informações morfológicas importantes, como as discontinuidades representadas por feições lineares de relevo (cristas) e drenagem (vales), sejam consideradas durante a geração da grade triangular, possibilitando assim, modelar a superfície do terreno preservando feições geomórficas da superfície.

Na estrutura de armazenagem de cada vértice estão contidos os valores de 'x', 'y' e de elevação 'z' correspondentes a uma amostra da superfície. Estes valores

são armazenados na classe *TinNode*, sendo que 'x' e 'y' formam o ponto, o *TNpoint* (INPE, 2005).

A partir da grade triangular, foi utilizado o módulo 'Declividade' para gerar uma grade de declividade, que é a inclinação da superfície do terreno em relação a um plano horizontal. Considerando um modelo numérico de terreno (MNT) de dados altimétricos extraídos de uma carta topográfica e traçando um plano tangente a esta superfície num determinado ponto (*P*), a declividade deste ponto (*P*) corresponderá a inclinação deste plano em relação ao plano horizontal (INPE, 2005).

Após esta etapa, foi realizado o fatiamento da grade triangular. Este procedimento é realizado definindo classes que são definidas conforme a intenção do usuário. O resultado foi a confecção da Carta de Declividades da BHCC (Figura 22, página 62).

3.7 CARTA DE ÍNDICES DE EROSIVIDADE DA CHUVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ - BHCC

O fator 'EI', é um índice numérico que expressa a potencialidade da chuva de causar erosão em uma área que não possui proteção do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990). É calculado de diferentes formas e, para esta pesquisa foi considerado o trabalho de Lombardi Neto e Moldenhauer (1980) citados por Bertoni e Lombardi Neto (1990) que para a região de Campinas – SP encontraram grande correlação para a regressão linear entre o índice médio mensal de erosão e o coeficiente da chuva em 22 anos de análise. A relação proposta por estes autores é a seguinte:

$$EI=67,355 (p^2/P)^{0.85}$$

Onde:

- EI = Erosividade média mensal da chuva expressa em MJ.mm/ha.L
- p = Precipitação média mensal em 'mm';
- P = Precipitação média anual em 'mm'.

Para obter o índice de erosividade médio anual 'R', é realizada a soma das médias mensais através da fórmula:

$$R = \sum EI$$

Para a presente pesquisa foram utilizados os dados pluviométricos das estações da UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa), da SUDERHSA (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), e do Instituto Tecnológico SIMEPAR, que estão descritas no Quadro 06. Estes dados foram tabulados e processados para calcular o índice do potencial erosivo mensal da chuva em cada uma das estações pluviométricas. Estes valores foram somados para o cálculo do potencial erosivo anual em cada ponto amostrado, e foram mapeados com o uso do *software* SPRING v. 4.1.1 (INPE, 2005).

Com o mesmo *software* foi gerada uma grade retangular a partir dos pontos amostrados, ou seja, a partir dos valores dos potenciais erosivos de cada estação pluviométrica. Este modelo de grade é um modelo digital que aproxima superfícies através de um poliedro de faces retangulares onde os vértices desses poliedros podem ser os próprios pontos amostrados. A geração de grade retangular deve ser efetuada quando os dados amostrados na superfície são obtidos com espaçamento irregular (INPE, 2005).

Para a geração de grade retangular a partir de amostras (pontos, neste caso), existem diversos métodos de interpolação, e para este trabalho foi utilizado o interpolador de *Média Ponderada*, onde o valor de cota de cada ponto da grade é calculado a partir da média ponderada das cotas dos '8' vizinhos mais próximos a este ponto. Porém, atribuem-se pesos variados para cada ponto amostrado através de uma função que considera a distância do ponto cotado ao ponto da grade. Este interpolador produz resultados intermediários entre o interpolador de média simples e outros interpoladores mais sofisticados, com tempo de processamento menor (INPE, 2005).

Após a conclusão da grade retangular, e utilizando-se do mesmo *software*, foi produzida uma carta de isoerodentes ou isovalores através do módulo 'Geração de Isolinhas', e posteriormente foi realizado o fatiamento desta carta para a variação de

intervalos utilizados neste trabalho, resultando na Carta de Índices de Erosividade da Chuva da BHCC (Figura 31, página 85).

Quadro 06: Estações pluviométricas

Estação	Coord. X	Coord. Y	Altitude	Período de Amostragem
Capão da Onça	595.090	7.224.618	998 m	1999 / 2004
SUDERHSA	585.636	7.212.626	790 m	1960 / 2004
SIMEPAR	598.972	7.210.720	885 m	1960 / 2004

Fontes: UEPG, SUDERHSA e SIMEPAR

3.8 CARTAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ – BHCC – 1980 E 2002

Para o mapeamento de uso e ocupação da terra da BHCC, foram utilizados os levantamentos aerofotogramétricos de 1980 e de 2002 referentes a cada ano de análise. Para o ano de 1980 foram usadas fotografias aéreas com escala aproximada de vôo de 1:25.000 (ITC, 1980). Para o ano de 2002 foi utilizado material aerofotogramétrico em escala aproximada de vôo de 1:30.000 (ROCHA e WEIRICH NETO, 2005).

Foram realizados os mosaicos através do geo-referenciamento das fotografias pelo *software* SPRING v.4.1.1 (INPE, 2005), e para tanto foi utilizada como referência principal, a base cartográfica municipal em formato digital (FAMEPAR e PMPG, 1995). Com o mesmo *software* as imagens foram interpretadas e os diferentes usos foram poligonizados para compor as Cartas de Uso e Cobertura da Terra da BHCC nos anos de 1980 e 2002 (Figuras 52 e 53, páginas 117 e 118, respectivamente). Práticas de campo com o uso do GPS de navegação *Garmin E-Trex Vista* ainda serviram como suporte a verificação dos dados mapeados referentes principalmente ao ano de 2002.

3.8.1 Avaliação Temporal do Uso e Ocupação da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Cará-Cará: 1980 – 2002

Para realizar uma análise sobre as transformações ocorridas no uso da terra da BHCC compreendendo os períodos de 1980 e 2002 e, foram realizados cruzamentos matriciais entre os mapeamentos de uso e ocupação da terra da BHCC nos períodos considerados, a fim de analisar as substituições das formas de uso ocorridas. Para tanto, foram definidas as classes de uso e cobertura da terra que seguem descritas a seguir:

Urbanizado: compreende áreas com adensamentos urbanos, loteamentos, com arruamentos mesmo que isoladas, áreas industriais, edificações rurais e de domínio de rodovias (Figura 02).



Figura 02: Exemplo da classe de uso da terra 'Urbanizado'
Local: Vila Cipa
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Solo Exposto: áreas que não apresentam coberturas quaisquer (Figura 03).



Figura 03: Exemplo da classe de uso da terra 'Solo Exposto'
Local: Distrito Industrial
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Lagoas: áreas alagadas artificialmente (Figura 04).



Figura 04: Exemplo da classe de uso da terra 'Lagoas'
Local: Estação de Tratamento de Esgotos da SANEPAR
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Cultivo Temporário: locais de plantio com rotatividade de culturas sendo as mais usuais, as culturas de soja, milho, trigo e aveia (Figura 05).



Figura 05: Exemplo da classe de uso da terra 'Cultivo Temporário'
Local: Estação experimental da EMBRAPA
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Cultivo Florestal: áreas com plantio de espécies florestais, sendo o eucalipto e o pínus as espécies mais comuns. Porém há um predomínio do plantio de eucaliptos associado a demais espécies de portes variados (Figura 06).



Figura 06: Exemplo da classe de uso da terra 'Cultivo Florestal'
Local: Estação experimental do IAPAR
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Herbáceas: esta classe compreende uma variedade de ambientes sendo basicamente formada por espécies de pequeno porte, na maior parte dos casos sem

presença arbustiva. Há uma confusão maior nesta classe, pois ela pode estar associada a áreas de pastagem, em especial nas áreas de transição entre as áreas urbanas e rurais onde pequenas propriedades apresentam tais práticas de uso. Como seria impossível definir tais diferenças de uso para o ano de 1980, para este ano todas as áreas com vegetação rasteira, que não de cultivo, foram definidas como “Herbáceas”. Esta ocorre tanto nas áreas rurais, industriais e urbanas, inclusive em locais próximos a adensamentos urbanos como quadras não ocupadas. Portanto, esta classe talvez seja a que maior carga de dúvidas quanto a sua cobertura possua, e associa-se a formações de estepe gramíneo-lenhosa (campo) com diferentes graus de alteração (Figura 07).



Figura 07: Exemplo da classe de uso da terra ‘Herbáceas’
Local: Jardim Barreto
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Campo: diferentemente da classe “Herbáceas”, esta categoria de cobertura da terra é facilmente classificada pois possui características de mais fácil identificação. Nesta classe ocorrem espécies de savana estépica gramíneo-lenhosa, localizando-se principalmente em áreas próximas as drenagens, podendo ser considerada como uma estepe higrófila (campo úmido / brejoso / várzea) (Figura 08).



Figura 08: Exemplo da classe de uso da terra 'Campo'
Local: Estação experimental do IAPAR
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Capões: áreas remanescentes de matas classificadas como Floresta Ombrófila Mista com diferentes níveis de alteração e de inserção de espécies que não nativas. Ocorrem principalmente junto as cabeceiras do arroio Olarias e como mata de galeria ao longo deste. No rio Cará-Cará ocorrem principalmente a partir da cota de 820m até a foz deste rio com o rio Tibagi, sendo que nas cotas mais altas o predomínio é de vegetação rasteira, mesmo às margens dos rios (Figura 09).



Figura 09: Exemplo da classe de uso da terra 'Capões'
Local: Vila Cará-Cará
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Afloramentos de Rocha: uma única área foi identificada onde afloramentos da Formação Furnas são presentes. Esta área associa-se a ocorrência de Falhas Aproximadas e a Linhas de Fraturas, localizando-se próxima a confluência de dois canais de drenagem, com altas declividades em suas adjacências, e caracteriza-se por solos rasos, vegetação de campo alterado, e nota-se o uso como pastagem natural (Figura 10).



Figura 10: Exemplo da classe de uso da terra 'Afloramentos de Rocha'
Local: Estação experimental do IAPAR
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Pínus: esta classe localiza-se isoladamente dentro de uma estação de pesquisa da EMBRAPA aparecendo somente no ano de 2002. Foi definida como uma classe distinta da classe "Cultivo Florestal" por aparecer isoladamente em uma área contínua e de tamanho representativo, por estar localizada em locais de nascentes, e por possuir condições ambientais diferenciadas e específicas a outros cultivos florestais como o eucalipto, pois apresenta um menor grau de proteção ao solo e uma biodiversidade junto a sua cultura também menor (Figura 11).



Figura 11: Exemplo da classe de uso da terra 'Pínus'
Local: Estação experimental da EMBRAPA
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Pastagem: esta classe foi identificada somente para o ano de 2002 pela possibilidade de verificação em campo desta prática de uso. Esta classe localiza-se dentro de uma estação de pesquisa do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) destinada a pesquisas com gado de corte. Quanto ao trato animal, vale ressaltar que o uso das áreas de pastagem acontece sem alguns cuidados importantes, principalmente no que se refere ao acesso dos animais aos rios para consumo de água. Isto se verifica pelo grande número de “carreiros” sentido encosta abaixo em direção aos rios, onde processos erosivos com diferentes graus se apresentam (Figura 12).



Figura 12: Exemplo da classe de uso da terra 'Pastagem'
Local: Estação experimental do IAPAR
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

3.9 ELABORAÇÃO DAS CARTAS DE FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE

Foi utilizada como base no presente trabalho a proposta metodológica de Ross (1990; 1994), a qual se fundamenta nas Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977), estabelecendo desta forma, a abordagem sistêmica como base fundamental desta pesquisa.

Ross (1990; 1994) sugere a determinação de diferentes níveis de fragilidade morfodinâmica a um determinado ambiente / espaço a partir do cruzamento de informações a respeito da área em análise. Estas informações referem-se basicamente ao relevo através de uma carta de declividades, sobre a litologia e manto de alteração, elementos predominantes das formas do relevo e marcas de processos erosivos, a análise de dados pluviométricos e o uso da terra e cobertura vegetal, visando a identificação de níveis de fragilidade de um ambiente.

Para Ross (1995), a identificação dos ambientes naturais e de suas fragilidades potenciais e emergentes permite uma melhor definição das diretrizes a serem implementadas no espaço, sendo que esta avaliação identifica e analisa os ambientes em função de seus diferentes níveis de fragilidade. Assim, nas áreas onde os graus de fragilidade forem mais baixos, determinados tipos de inserção

antrópica podem ser definidos, e nas áreas onde a fragilidade for maior, ações tecnicamente mais adequadas a essas condições serão necessárias.

Assim, esta fase é composta primeiramente pelo cruzamento entre as informações cartográficas sobre aspectos do meio físico da BHCC. Foram utilizados os dados de declividade, solos, formas predominantes das vertentes, geologia e de erosividade da chuva, e uma relação de importância relativa entre cada um destes elementos físicos, para a composição da Carta de Fragilidade Potencial da BHCC. Esta carta foi então cruzada com as cartas de Uso e Cobertura da Terra da BHCC de 1980 e 2002 para confeccionar as Cartas de Fragilidade Emergente da BHCC nos anos de 1980 e 2002. Para todos os procedimentos computacionais foi utilizado o *software* Idrisi 32 v. I32.01 (EASTMAN, 2000).

Vale ressaltar que detalhes ainda não descritos neste capítulo e que são de importância para o entendimento dos processos metodológicos utilizados nas análises de fragilidades, serão explicados nos Capítulos 6 e 7.

4 ASPECTOS FÍSICOS REGIONAIS

4.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

O Segundo Planalto Paranaense, ou Planalto de Ponta Grossa limita-se a Leste pela Escarpa Devoniana, exibindo uma paisagem suavemente ondulada, constituída por sedimentos Paleozóicos do Devoniano, Carbonífero e do Permiano. Excetuando-se as proximidades da escarpa Triássico-Jurássica a Oeste, a configuração da superfície do segundo planalto é muito uniforme (MAACK, 1968).

Segundo Maack (1968), com o segundo planalto começa a região dos sedimentos Paleozóicos e Mesozóicos não perturbados por movimentos orogênicos, todavia suavemente inclinados para W, SW e NW. Nesta área foram encontrados todos os fósseis de importância para a determinação da idade das camadas Devonianas e dos membros das camadas Gondwânicas. O Complexo Sedimentar do Estado do Paraná circunda o suave abaulamento do Complexo Cristalino num arco quase retangular aberto para leste.

Ainda segundo o autor anteriormente citado, a escarpa de estratos que limita nitidamente a zona de eversão do primeiro planalto, é formada pelo arenito branco da Formação Furnas, situado na base do sistema Devoniano. O degrau é uma *Cuesta* originada por erosão chamada de Escarpa Devoniana que começa com o vale do Rio Iguaçu, sendo representada nos mapas por nomes regionais de serras que, entretanto, não exprimem seu caráter de escarpa. O município de Ponta Grossa, que se apresenta quase que totalmente no Segundo Planalto Paranaense tendo somente sua porção Nordeste pertencente ao Primeiro Planalto, segue tais características.

Quanto a geologia do município, esta é composta por Complexos Graníticos, pela Formação Itaiacoca e pela Formação Água Clara as quais se localizam na porção Nordeste do município. Ocorrem ainda as Formações Furnas, Ponta Grossa, Itararé, e Serra Geral além de Sedimentos Recentes (Figura 13).

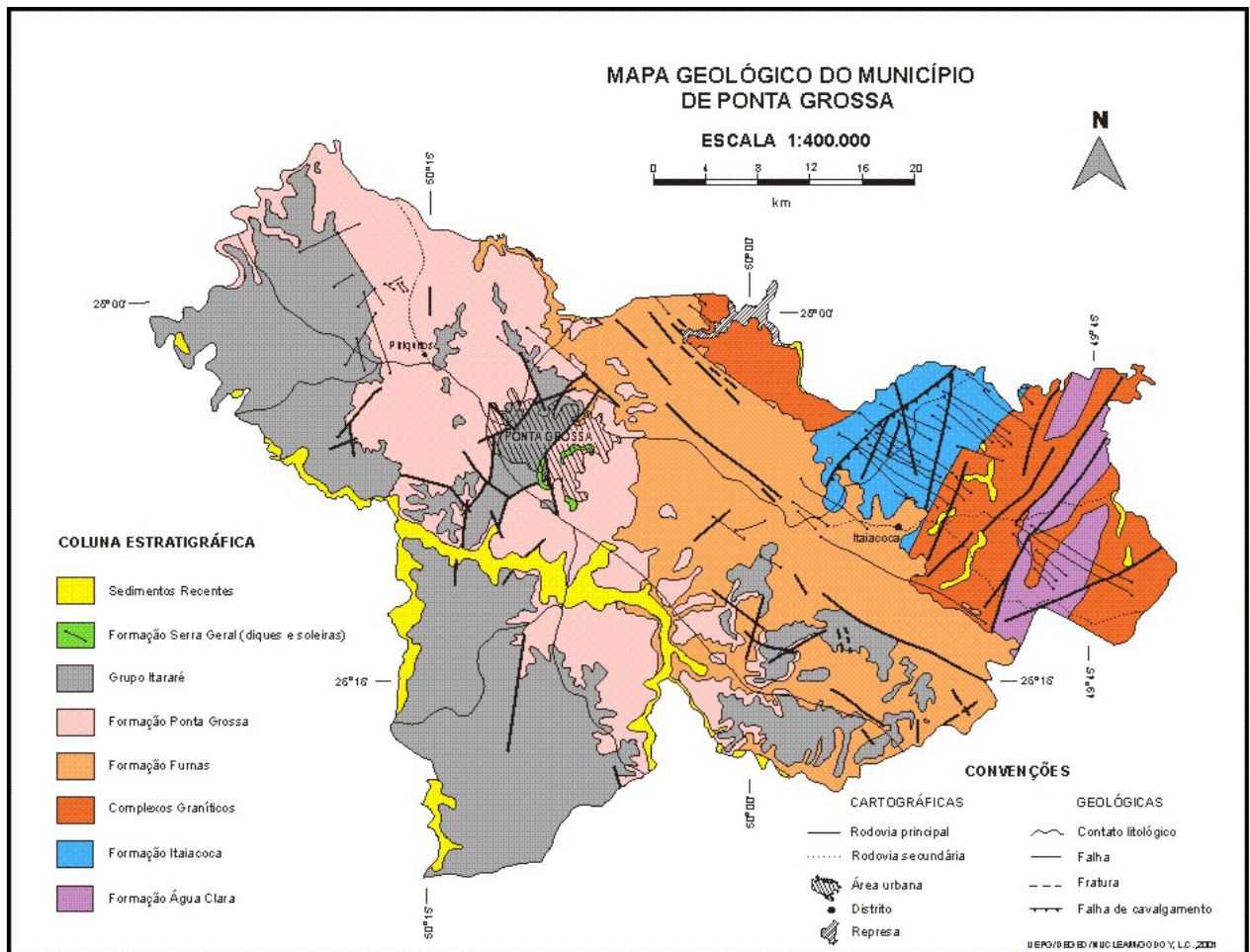


Figura 13: Mapa Geológico do Município de Ponta Grossa
 Fonte: Godoy (200?) citado por Pereira (2002)

No perímetro urbano de Ponta Grossa a formação geológica é, de acordo com Medeiros e Melo (2001), composta pelas Formações Furnas e Ponta Grossa (Devoniano), a base do Grupo Itararé (Carbonífero Superior), diques e soleiras de diabásio relacionados com o Magmatismo Serra Geral (Jurássico-Cretáceo) e sedimentos Quaternários. Para estes autores, as características litológicas do substrato rochoso do município condicionam a suscetibilidade do material à erosão, e eles citam que são quatro os tipos principais de processos erosivos que determinam áreas de risco em Ponta Grossa. São os escorregamentos, as voçorocas, os solapamentos de margens aluviais seguidos de desmoronamentos e erosões subterrâneas remontantes (*pipings*), e colapsos associados. Com relação a ocorrência de voçorocas na cidade, eles dizem que estas aparecem principalmente em áreas de substrato arenoso (Formação Furnas no caso da BHCC) ou em áreas de depósitos Quaternários mais espessos.

Os mesmos autores citam ainda que onde ocorre a Formação Ponta Grossa os solos são mais argilosos, com agregados e minerais instáveis (clorita e siderita), que favorecem a incidência de *pipings* com colapsos da microestrutura do solo. Sobre os sedimentos Quaternários, os autores dizem que estes se constituem por alternância de camadas de origem aluvial (argilas e areias), gravitacional ou coluvial (material argiloso do regolito com fragmentos de folhelhos ou argilito semi-alterados), e são incoesos, o que favorece o desenvolvimento dos processos erosivos. Sobre a presença de falhas e fraturas no município, Medeiros e Melo (2001) salientam que estas também condicionam os processos erosivos, principalmente os escorregamentos, ao longo das vertentes com maiores declividades que se associam a essas estruturas.

Os sedimentos Quaternários aparecem na forma de rampas colúvio-aluviais, planícies, terraços e leques aluviais estando freqüentemente associados a paleofeições erosivas como anfiteatros, vertentes festonadas e rupturas de declive acentuadas. Esses sedimentos são muito incoesos favorecendo assim o desenvolvimento de processos erosivos (MEDEIROS e MELO, 2001).

Ainda segundo os autores acima, a geomorfologia da área urbana, se caracteriza pelo predomínio de colinas amplas com perfis convexos e amplitudes inferiores a 100 m. Ocorrem também intrusões concordantes de Diabásio originando um alto topográfico no centro da cidade, junto ao qual aparecem cabeceiras de drenagens com encostas íngremes ultrapassando 30% de declividade. Entretanto, os arroios atingem perfil muito suave poucas centenas de metros a jusante predominando a deposição em planícies de inundação com significativos depósitos aluviais (MEDEIROS e MELO, 2001).

Segundo Soares (1975) citado por GOBBI (2004), a área municipal se caracteriza por uma topografia muito pronunciada devido à presença de rocha intrusiva ígnea (Diabásio), a qual é responsável pelo grande "morro" de Ponta Grossa. Portanto, é esta grande intrusão que corta a cidade em direção Nordeste e Sudoeste a responsável pela topografia acidentada. Tal observação confere com a proposição de Canali (1986) que cita que as declividades do terreno possuem relação com o grau de resistência da litologia face aos processos erosivos modeladores do relevo.

4.2 VEGETAÇÃO

A vegetação do Segundo Planalto Paranaense caracteriza-se pela predominância de campos limpos, com a presença de gramíneas, arbustos e semi-arbustos, ocorrendo também matas ou capões e matas de galeria. Possui elementos da Savana estépica gramíneo-lenhosa interpolada pela Floresta Ombrófila Mista (LEITE e KLEIN, 1990, citados por MORO, 2001) tendo, porém uma cobertura predominantemente herbácea, com elementos arbustivos lenhosos, apresentando um aspecto fisionômico típico (KLEIN e HATSCHBACH, 1971, citados por MORO e KACZMARECH, 2001).

Os elementos da Floresta Ombrófila Mista (VELOSO e GOES FILHO, 1982, citados por MORO e KACZMARECH, 2001) ocupam posições distintas na paisagem, geralmente nas encostas, vales e matas de galeria, ou em formações arredondadas (capões) (MORO e KACZMARECH, 2001).

Bodziak Jr. e Maack (2001) num trabalho na região do Parque Estadual de Vila Velha, área próxima a bacia hidrográfica do rio Cará-Cará, cita que apesar de serem abundantes e bem distribuídas as chuvas na região, é encontrada apenas uma vegetação relativamente pobre. Estende-se um tapete de gramíneas – savana sub-xerófila – como parte dos Campos Gerais. Ao redor das fontes e vertentes mais úmidas dos vales agrupam-se ilhas de matas (capões), nas quais a Araucária (*Araucária angustifolia*) ao lado das lauráceas, diversas canelas (*Nectandra* sp.), imbuia (*Phoebe porosa*) e mirtáceas como a guabiroba (*Abbevillea maschalantha*), e o Cambuí (*Eugenia crenata*.) dominam a paisagem.

As epífitas chamam a atenção ao lado das orquídeas e bromeliáceas principalmente as barbas verde-acinzentadas da *Tillandsia usneoides*. Entre as palmeiras do tronco alto domina a *Cocos romanzoffiana* (sin. da *Cocos plumosa*), crescendo em abundância nas matas ciliares ao longo dos arroios e nos capões.

Nas planícies dos campos predomina ao longo dos caminhos e das trilhas uma gramínea aristida (*Aristida pallens*), vulgarmente chamada barba de bode. Raramente observam-se zonas cobertas de capim gordura (*Melinis minutiflora* Blauv.). Afora as gramíneas das planícies pantanosas destacam-se ao lado das faixas e grupos de várias espécies de utricularia, drosera, mayacaceas e gentianaceas, além das bromeliáceas localizadas tanto arraigadas às árvores e rochas (BODZIAK JR. e MAACK, 2001). A Figura 14 demonstra alguns aspectos

típicos da vegetação dos Campos Gerais já parcialmente alterada principalmente pela inclusão da pecuária.



Figura 14: Aspectos vegetacionais regionais
Locais: Toquinhas e nascente de um afluente do rio Cará-Cará
Autoria: Alessandro Chagas Silva, 2004; Marcos A. Miara, 2005

4.3 HIDROGRAFIA

Segundo Maack (1968), na região dos Campos Gerais, devido à posição horizontal ou suavemente inclinada dos arenitos, os ribeirões e riachos geralmente não são entalhados no seu curso superior, formando depressões brejosas. Porém, no curso médio a água corre em leito não muito pronunciado, sobre os bancos de estratos do arenito, formando pequenos saltos, geralmente seguidos de pequenos lagos ou piscinas naturais. A formação de vales típicos em “V”, ocorre quando o rio, aproveitando zonas de menor resistência, começa o entalhamento com a formação de paredes íngremes, formando finalmente um “*canyon*”.

O município de Ponta Grossa está inserido parcialmente na bacia hidrográfica do rio Tibagi possuindo duas vertentes básicas nesta bacia: ao Sul os rios correndo em direção ao rio Tibagi e ao Norte, em direção ao rio Pitangui (NETTO et al, 1992) e insere-se também na bacia hidrográfica do rio Ribeira para onde correm os rios da porção extremo Leste do município (BRONDANI, 2003).

A área urbana do município possui em sua área central um divisor d’águas, local este onde o processo de urbanização se deu inicialmente (PEREIRA, 2002), que proporciona a existência de várias cabeceiras de drenagem. Apresenta um padrão de disposição dos cursos de água radial divergente a partir do centro da

cidade, e dentre algumas bacias podem ser citadas as do arroio Pilão de Pedra, arroio da Ronda, arroio de Olarias, etc.

4.4 CLIMA

A classificação segundo W. Koeppen é de Cfb sempre úmido, com clima quente-temperado, estando o mês mais quente com temperaturas médias abaixo de 22° C, com onze meses com temperatura média acima de 10° C, e mais de cinco geadas noturnas por ano.

Os dados meteorológicos do Instituto Tecnológico SIMEPAR para a cidade de Ponta Grossa, extraídos na estação Ponta Grossa localizada nas coordenadas UTM 598.972 m em X e 7.210.720 m em Y, a uma altitude de 885,5 metros, relativos aos anos de 1998 a 2003 registraram uma temperatura média de 18,1°C, sendo o mês mais quente (março de 2002) com uma temperatura média de 22,6°C, e o mês mais frio (julho de 2000) com uma temperatura média de 11,4°C. As variações das médias mensais estão demonstradas na Figura 15.

A precipitação média anual entre os períodos de 1945 e 2004 de acordo com a estação pluviométrica Santa Cruz localizada nas coordenadas UTM 585.636 m em X e 7.212.626 m em Y, a uma altitude de 790 metros, que tiveram seus dados fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), foi de 1.515,4 mm, com a média de 110,8 dias de chuva por ano. Os meses onde a precipitação média foi maior foram janeiro (171,3 mm) e fevereiro (161,9 mm), e os meses com menores precipitações médias foram agosto (75,3 mm), abril (92,1 mm) e julho (98,4 mm) O mês que registrou a maior precipitação foi março em 1998 com 497,8 mm, e o mês de menor precipitação foi junho de 1948 com precipitação de 0,0 mm (Figuras 16, 17, 18 e 19).

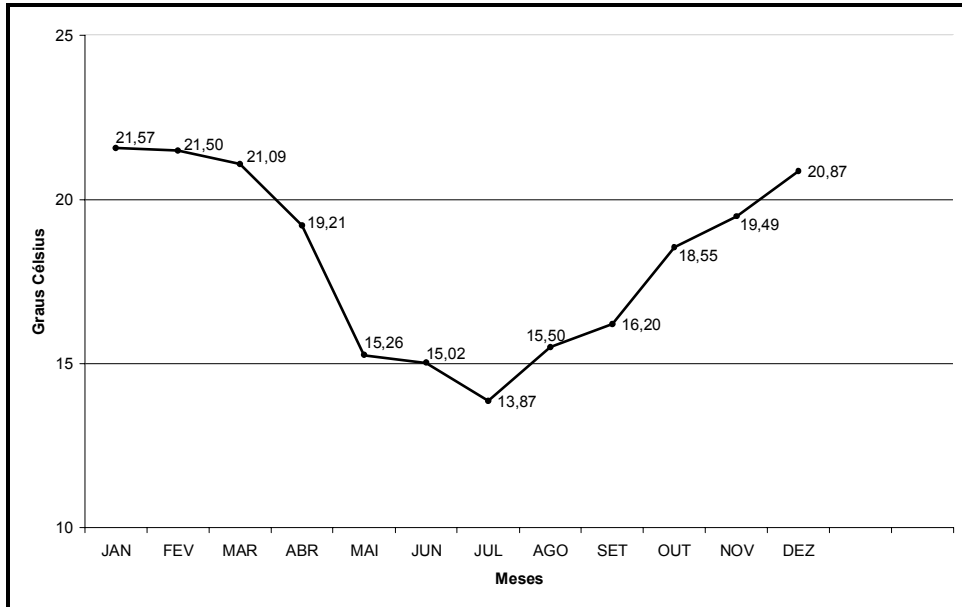


Figura 15: Gráfico de Temperatura Média Mensal – 1998 / 2003

Fonte: Simepar

Organização: Marcos A. Miara

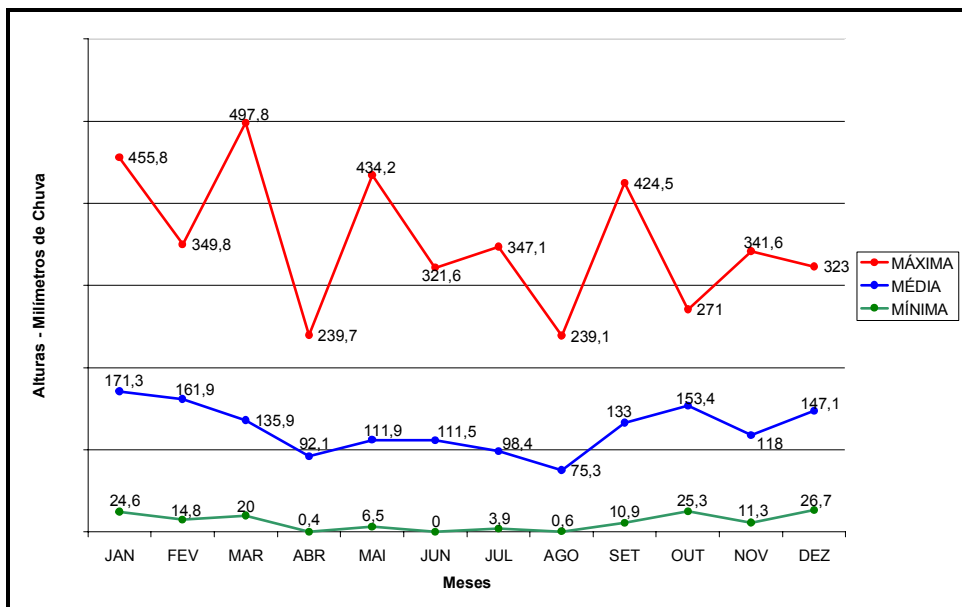


Figura 16: Gráfico de Precipitação Média Mensal – 1945 / 2004

Fonte: SUDERHSA

Organização: Marcos A. Miara

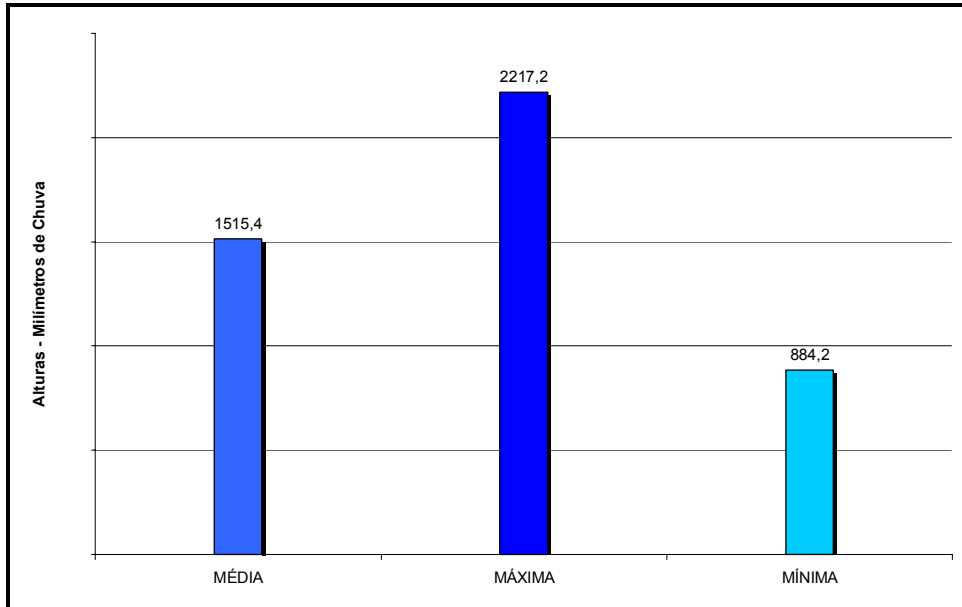


Figura 17: Gráfico de Precipitação Anual – 1945 / 2004

Fonte: SUDERHSA

Organização: Marcos A. Miara

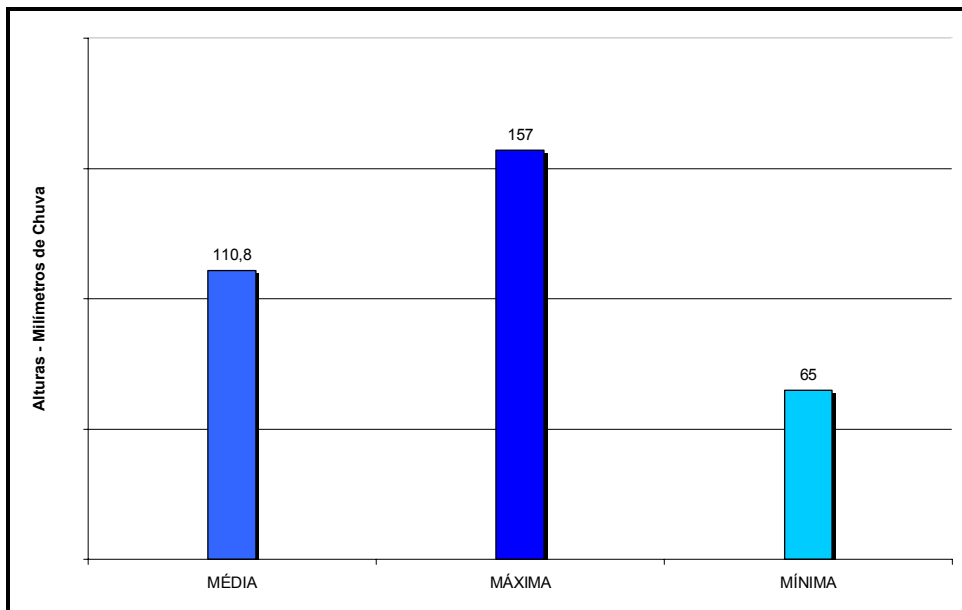


Figura 18: Gráfico de Total de Dias de Chuva ao Ano – 1945 / 2004

Fonte: SUDERHSA

Organização: Marcos A. Miara

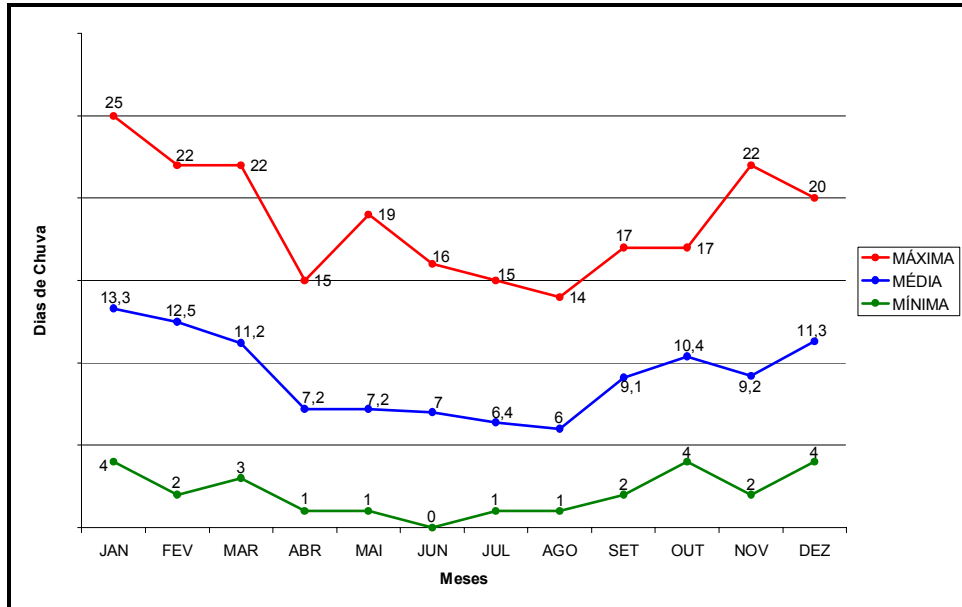


Figura 19: Gráfico da Média de Dias de Chuva / Mês – 1945 / 2004

Fonte: SUDERHSA

Organização: Marcos A. Miara

4.5 SOLOS

Os solos predominantes da região são derivados de rochas sedimentares antigas formadas pela decomposição de arenitos (Formações Furnas e Campo do Tenente) e folhelhos (Formação Ponta Grossa), com uma cobertura vegetal predominantemente de gramíneas, com capões de mato arredondados e matas ciliares (GOBBI, 2004).

De acordo com Medeiros e Melo (2001: 78), no espaço urbano de Ponta Grossa, a ocorrência dos tipos de solos segue usualmente a seguinte relação com a topografia:

- nos topos aparecem os latossolos, bastante espessos e evoluídos, com mais de 2 metros de espessura, homogêneos e estáveis.
- nas vertentes ocorrem os cambissolos, com até 1 metro de espessura; são heterogêneos, pouco evoluídos e muito suscetíveis à erosão, devido à presença de minerais instáveis relacionados às rochas em decomposição;
- nas planícies predominam os solos hidromórficos, às vezes com depósitos de turfa, com forte presença de matéria orgânica;

Os mesmos autores descreveram uma relação entre as unidades litológicas do espaço urbano de Ponta Grossa e a tendência em desenvolver determinados tipos de solos que as sobrepõem. Sobre a Formação Furnas são comuns os solos

litólicos, arenosos com pequenas profundidades e freqüentes exposições de rocha. Sobre a Formação Ponta Grossa ocorrem, nos topos, os latossolos de textura argilosa e, nas encostas, os cambissolos.

5 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARÁ-CARÁ – BHCC

5.1 LOCALIZAÇÃO DA BHCC

A bacia hidrográfica do rio Cará-Cará – BHCC - localizada no município de Ponta Grossa, possui uma área de 102,18 Km², e faz parte da bacia hidrográfica do rio Tibagi sendo afluente da sua margem direita. Localiza-se na parte central do município abrangendo a parte Leste e Sudeste do perímetro urbano da cidade e parte da área rural do município, sendo que cerca de 61,63 Km² de sua área encontram-se dentro dos limites urbanos e o restante, cerca de 40,55 Km², na área rural do município. Localiza-se entre as coordenadas UTM 584.634 m e 597.960 m em X, e 7.214.090 m e 7.225.298 m em Y (Figura 20).

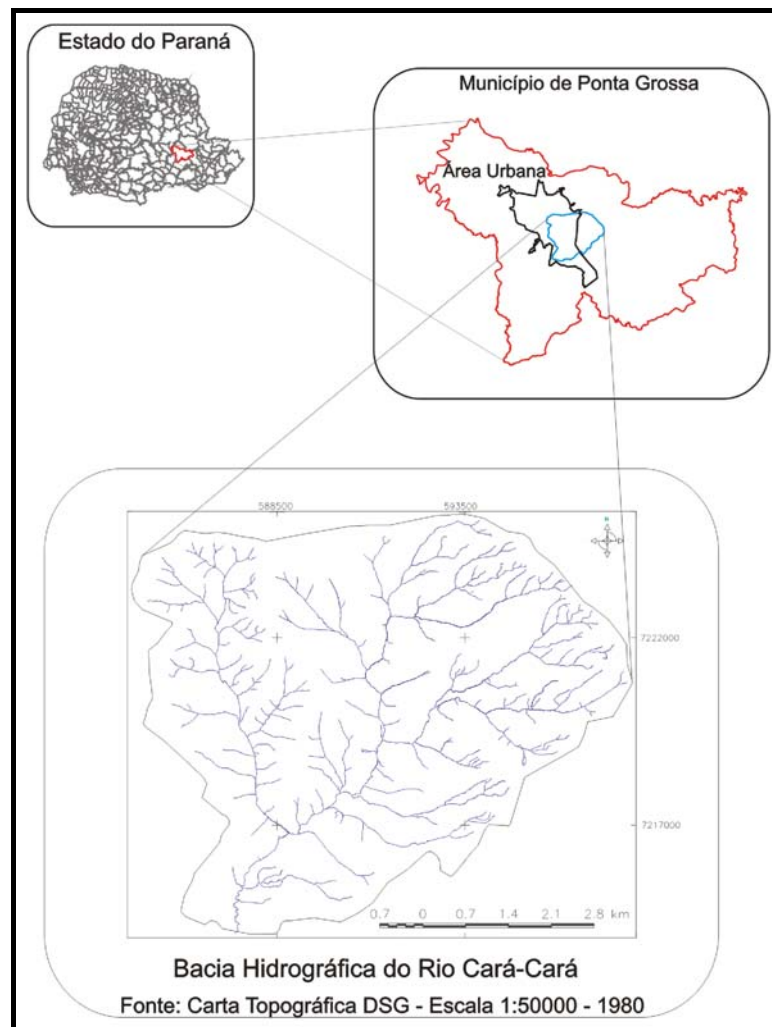


Figura 20: Localização da BHCC
 Organização: Marcos A. Miara

5.2 ASPECTOS FÍSICOS DA BHCC

5.2.1 Geomorfologia da BHCC

A BHCC possui altitudes que variam de 779 a 1.027 metros sendo que as maiores altitudes encontram-se na parte Leste da bacia e diminuem no sentido Oeste e Sul, para onde correm os principais canais. Suas principais nascentes encontram-se em sua parte Leste para o rio Cará-Cará. Também na porção Noroeste onde se encontram as cabeceiras do arroio Olarias entre as cotas de 900 e 920 metros (Figura 21).

Os topos são aplainados e seus divisores estendem-se nos sentidos Leste / Oeste, Norte / Sul, e Nordeste / Sudoeste dando um formato triangular a bacia. Destaca-se também o divisor entre o arroio Olarias e o rio Cará-Cará que ocupa a porção central da bacia com variações altimétricas que vão da cota 920 a de 840 metros.

Quanto ao seu relevo, a área da BHCC é caracterizada por declividades bem distintas (Figura 22). Em sua maior parte, a bacia apresenta baixas declividades as quais aumentam sem grandes variações sentido encostas abaixo. As maiores declividades associam-se em parte, as rupturas do relevo e encontram-se principalmente nas cabeceiras do arroio Olarias onde há a ocorrência de intrusões de diques e soleiras de Diabásio e ao longo de sua margem esquerda, e em algumas áreas isoladas junto a drenagem do rio Cará-Cará e de alguns afluentes de sua margem esquerda onde se formam vales encaixados. As extensões ocupadas por cada intervalo de declividade estão demonstradas no Quadro 07. A Figura 22 é um modelo digital do terreno da bacia a fim de visualização do relevo da bacia, e a Figura 23 demonstra alguns aspectos do relevo presentes na BHCC.

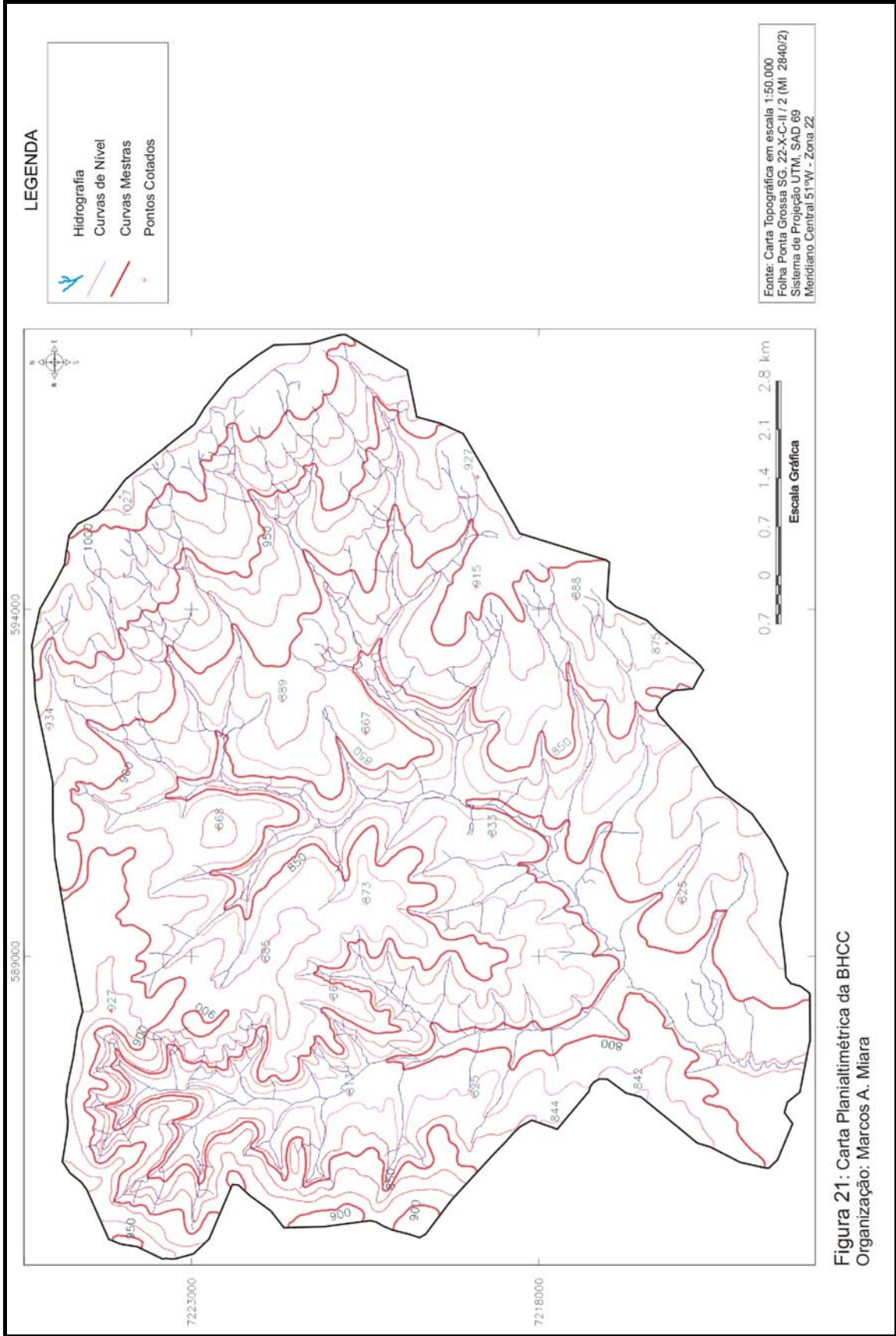


Figura 21: Carta Planialtimétrica da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

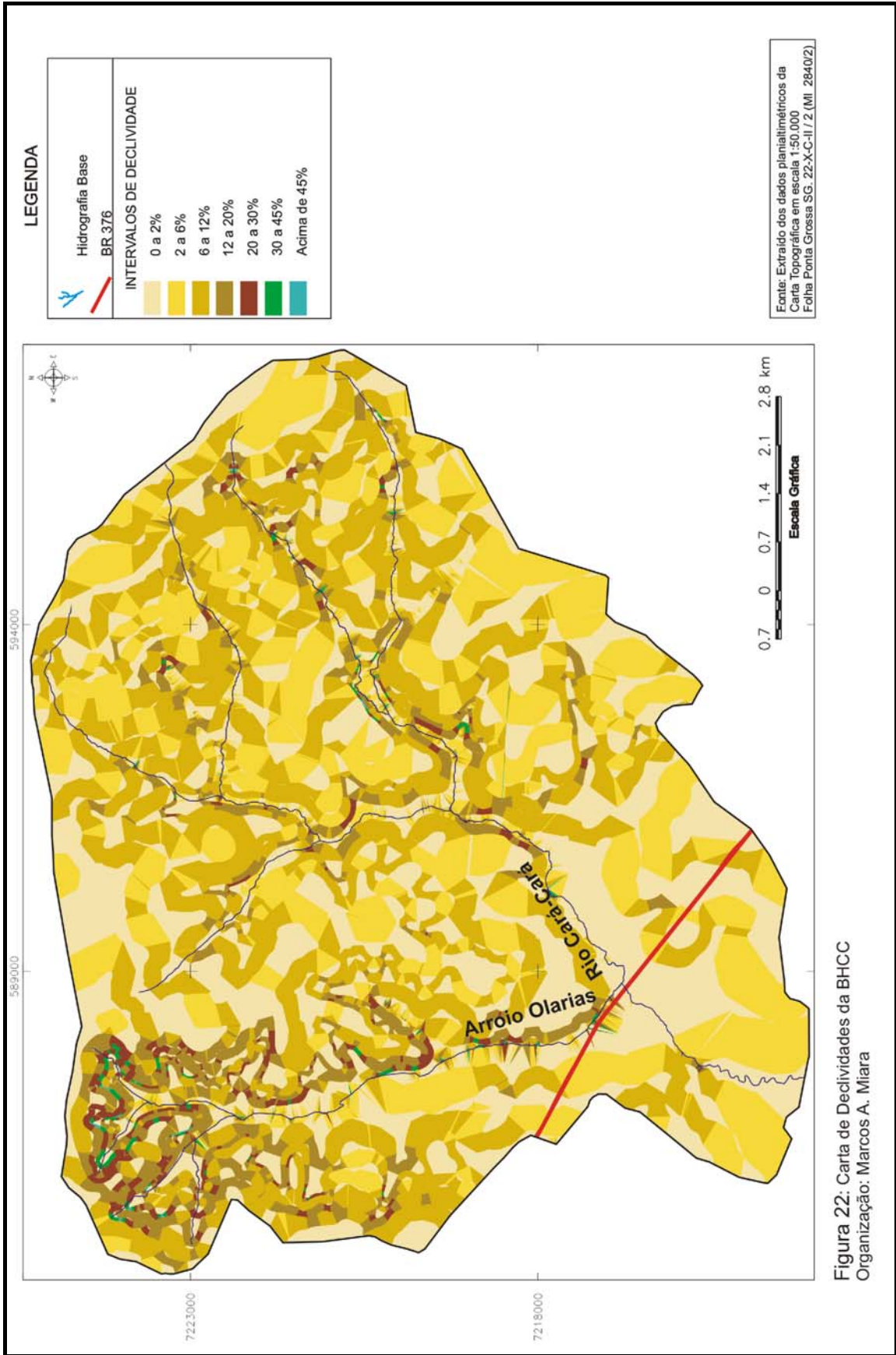


Figura 22: Carta de Declividades da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

Quadro 07: Intervalos de declividade da BHCC e suas respectivas áreas

Intervalos	Área (Km ²)
0 a 2%	31,13
2 a 6%	28,35
6 a 12%	32,42
12 a 20%	7,99
20 a 30%	1,87
30 a 45%	0,32
Maior que 45%	0,07

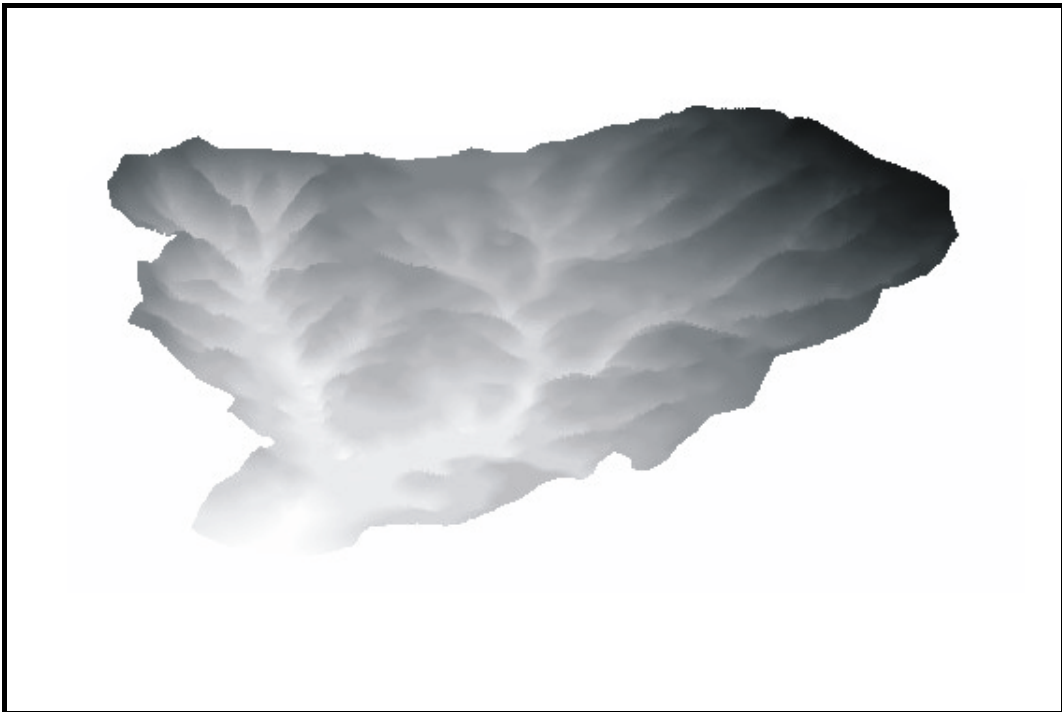


Figura 23: Modelo Digital do Terreno da BHCC
 Autoria: Marcos A. Miara

Sobre as vertentes (Figura 25), as formas côncavas possuem maior área e ocorrem principalmente na porção Nordeste da bacia, assim como ao longo da margem direita do arroio Olarias e nas cotas mais baixas do divisor deste com o rio Cará-Cará. As vertentes convexas são o tipo de segunda maior expressão em área e ocorrem nas porções centrais e Leste da bacia. As vertentes retilíneas distribuem-se em especial na parte Sul da bacia e associam-se também as rupturas do relevo. As planícies localizam-se na porção Sul da bacia e se estendem pelo arroio Olarias

e pelo rio Cará-Cará até cota de 800 metros. As áreas ocupadas por cada tipo predominante de formas de vertentes da BHCC estão representadas no Quadro 08.



Figura 24: Aspectos do relevo da BHCC
Local: Estação experimental do IAPAR
Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Quadro 08: Tipos predominantes de vertentes da BHCC e suas respectivas áreas

Classes	Área (Km ²)
Planícies	7,18
Vertentes Convexas	32,12
Vertentes Retilíneas	20,25
Vertentes Côncavas	42,61

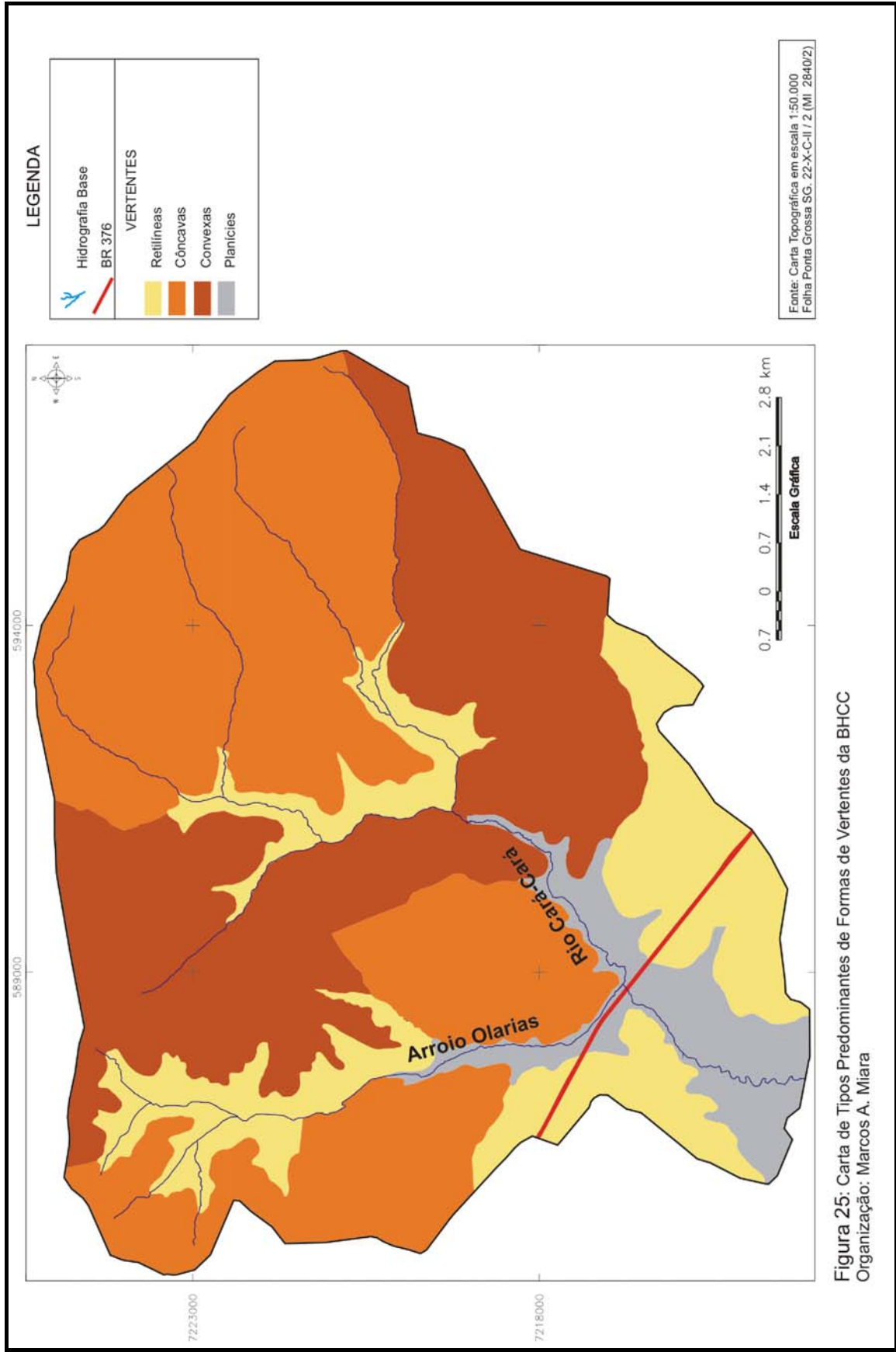


Figura 25: Carta de Tipos Predominantes de Formas de Vertentes da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

5.2.2 Geologia da BHCC

Dentro da área da BHCC ocorre na porção Oeste a Formação Ponta Grossa formada por folhelhos e siltitos cinzentos, localmente betuminosos, com intercalações de arenitos muito finos, esbranquiçados. Apresenta estruturas como laminação paralela, ondulada e *flaser* (MINEROPAR, 2001), e no setor Leste da bacia a Formação Furnas que é constituída por arenitos médios a grosseiros com estratificações cruzada e horizontal, subordinadamente arenitos conglomeráticos e siltitos esbranquiçados (MINEROPAR, 2001).

Há ainda a presença de diques e soleiras de Diabásio constituídos por derrames de rochas ígneas, de idade *Jurássica-Cretácica*, principalmente nas cabeceiras do arroio Olarias onde se encontram as maiores declividades da BHCC, e também nas cabeceiras de um afluente do mesmo arroio onde existe a exploração mineral em atividade. Os depósitos Quaternários ocorrem nas cotas mais baixas nas planícies aluviais do rio Cará-Cará e de acordo com Medeiros e Melo (2001), são constituídos por alternância de camadas decimétricas a submétricas de origem aluvial (argilas e areias).

A presença das Falhas Aproximadas ocorre na área da bacia sobre a Formação Furnas. As linhas de fratura traçadas pelos alinhamentos da rede de drenagem distribuem-se por toda bacia totalizando 58,51 Km, porém com maior intensidade onde ocorre a Formação Furnas (Figura 26).

A área de cada classe de geologia, assim como a relação existente entre a área de cada substrato geológico e a densidade de linhas de fratura (número de linhas por Km²), estão demonstrados respectivamente nos Quadros 09 e 10.

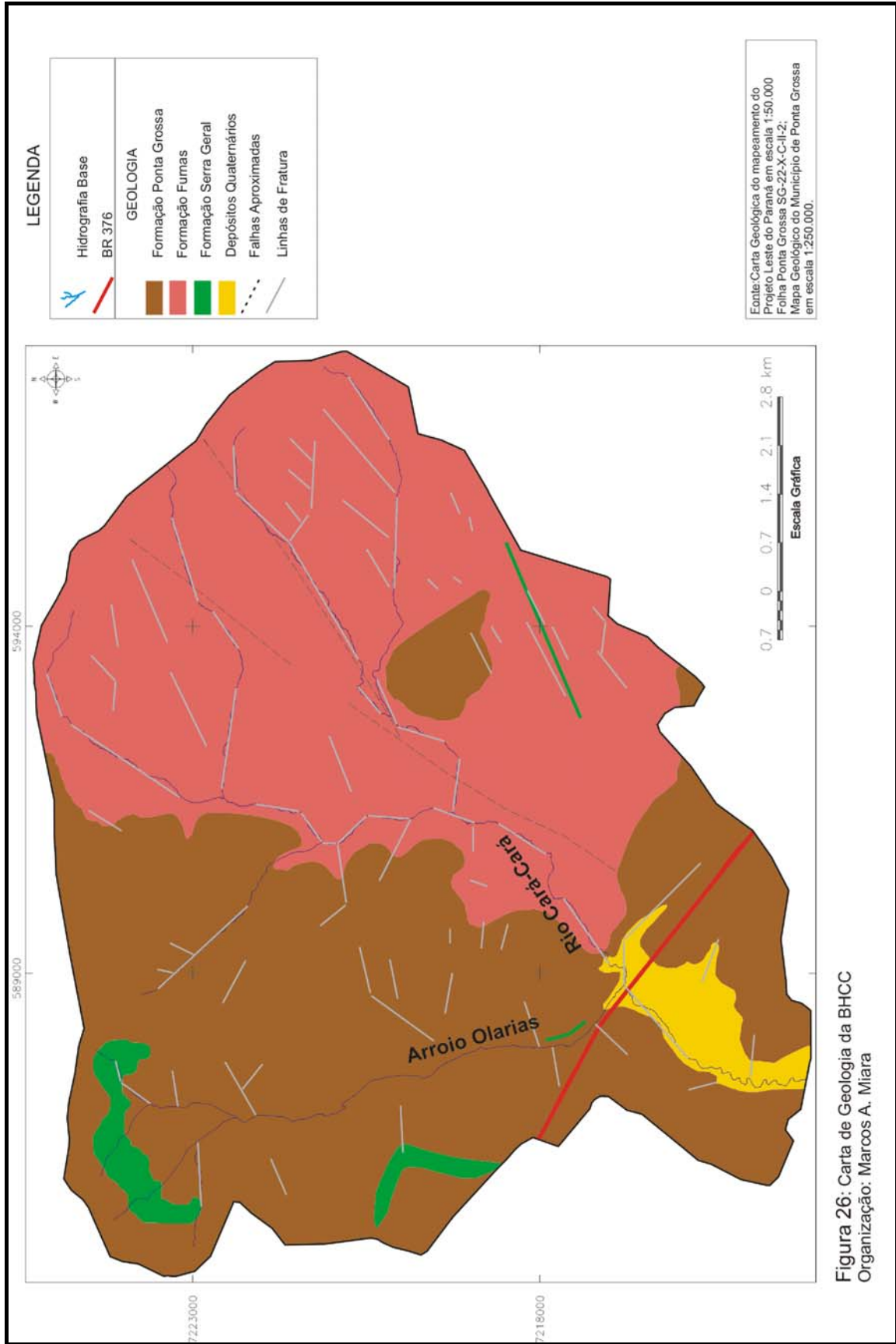


Figura 26: Carta de Geologia da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

Quadro 09: Geologia da BHCC e suas respectivas áreas

Geologia	Área (Km ²)
Formação Ponta Grossa	49,98
Formação Furnas	47,24
Formação Serra Geral	2,05
Depósitos Quaternários	2,86
Falha Aproximada	0,03

Quadro 10: Densidade de linhas de fratura da BHCC pela Geologia

Geologia	Densidade de Linhas de Fratura (Km ²)
Formação Ponta Grossa	0,56
Formação Furnas	1,07
Formação Serra Geral	1
Depósitos Quaternários	1,74

5.2.3 Solos da BHCC

Na BHCC ocorrem cinco tipos de solos (Figura 27), e estão classificados detalhadamente no Quadro 11. Os Latossolos ocupam a maior parte da BHCC distribuindo-se por 72,1% da área. O solo 'LEa8' ocupa a porção central da bacia e apresenta um relevo plano a suave ondulado. O tipo 'LEa9' se assemelha a classe anterior com relação ao relevo e encontra-se quase que totalmente sobrepondo áreas da Formação Furnas. O solo 'LEa14', que é uma associação entre Latossolo e Podzólico, apresenta mais de 65% de sua área sobre a Formação Furnas. Mais de 58% da área desta classe apresenta declividades entre 0 e 6%, e cerca de 34% declividades entre 6 e 12%.

A classe 'Ca23' que representa uma associação entre Cambissolo e Podzólico ocupa cerca de 25% da BHCC. Distribui-se principalmente nas cabeceiras do arroio Olarias e pelo vale do mesmo. Esta classe apresenta as maiores variações de declividade onde cerca de 15% de sua totalidade de área apresenta declives entre 12 e 20%, e 5% de sua área com declives de 20 a 30%. Quanto ao substrato geológico, em torno de 74% desta classe está sobre a Formação Ponta Grossa.

A classe 'HG2' sobrepõe totalmente os depósitos Quaternários e possui um relevo praticamente plano.

Características como composição, material de origem, profundidade, drenagem e textura de cada tipo de solo mapeado estão no Quadro 12.

Quadro 11: Tipos de solos da BHCC e suas respectivas áreas

Tipos	Descrição	Área (Km ²)
LEa8	LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO A proeminente textura argilosa fase campo subtropical relevo suave ondulado	29,81
LEa9	LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO A proeminente textura média fase campo subtropical relevo suave ondulado	2,08
LEa14	LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO + PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO Tb câmbico ambos A proeminente textura argilosa fase campo subtropical relevo suave ondulado	41,79
Ca23	Associação CAMBISSOLO ÁLICO Tb substrato folhelhos silticos + PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO Tb câmbico ambos A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado de vertentes curtas	25,57
HG2	SOLOS HIDROMÓRFICOS GLEYZADOS INDISCRIMINADOS textura argilosa fase campo e floresta subtropical de várzea relevo plano	2,93

Fonte: Larach, et al (1984¹, 1984²)

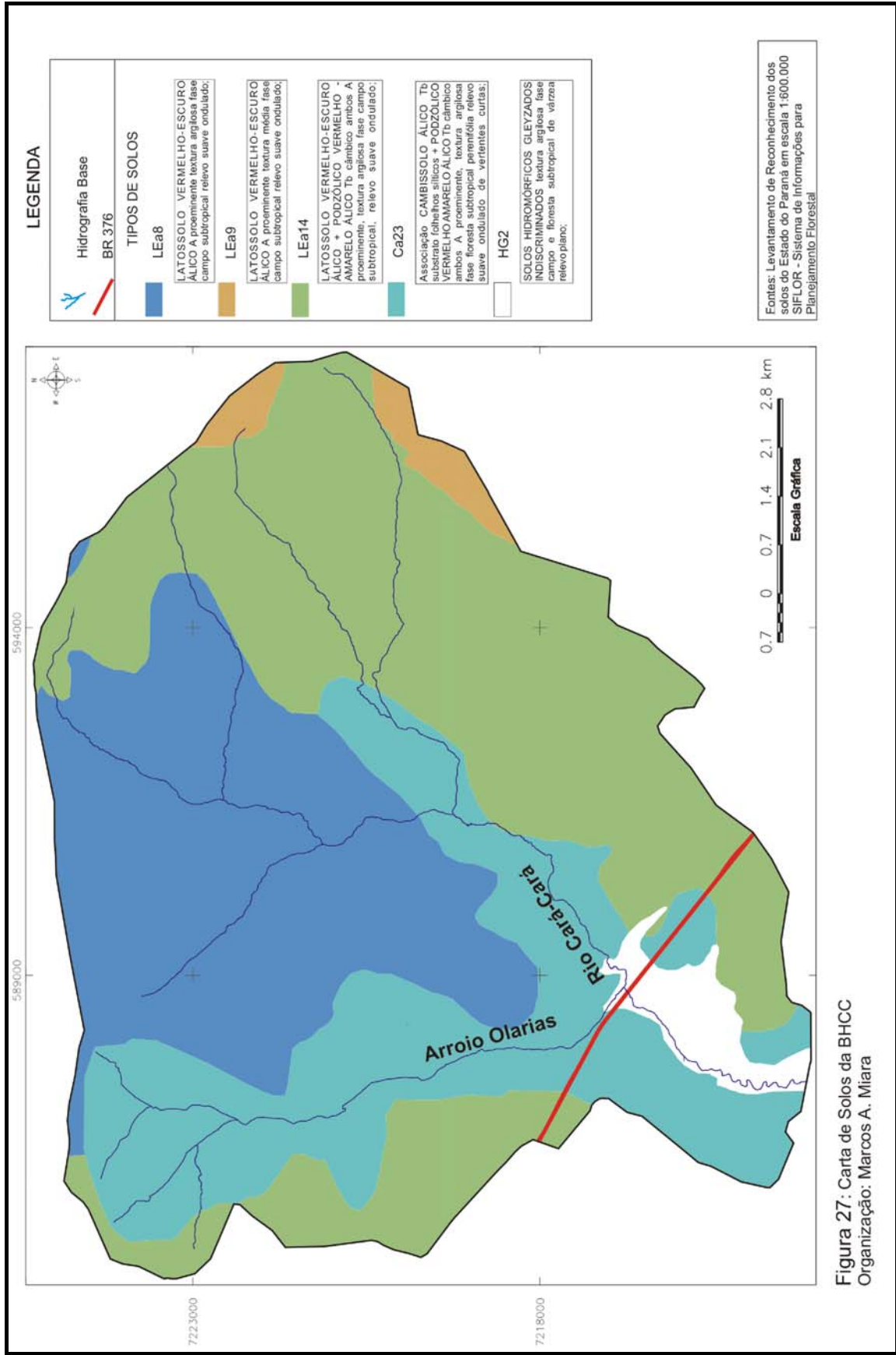


Figura 27: Carta de Solos da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

Quadro 12: Descrições dos tipos de solos da BHCC

TIPO	Composição	Material de origem	Características	Profundidade	Drenagem	Textura
LEa8	Variações: solos intermediários p/ cambissolo e solos superficialmente erodidos. Inclusões: cambissolos.	Rochas sedimentares de natureza argilosa com possíveis misturas com material arenoso.	Boas condições físicas; Elevados teores de matéria orgânica; Baixa fertilidade; Al trocável em níveis tóxicos; Bom potencial produtivo.	> 90	Boa	Argilosa
LEa9	Variações: solos intermediários p/ podzólico vermelho-amarelo e solos intermediários p/ cambissolo e solos superficialmente erodidos Inclusões: cambissolos e podzólico vermelho-amarelo.	Resíduos intemperizados de rochas sedimentares de natureza arenosa.	Boas condições físicas; Elevados teores de matéria orgânica; Baixa fertilidade; Al trocável em níveis tóxicos; 'um tanto' susceptíveis a erosão; demandam práticas conservacionistas simples; bom potencial produtivo.	> 90	Boa	Média
LEa14	60% Latossolo vermelho-escuro álico nas partes mais altas com topografia mais suave 40% Podzólico vermelho-amarelo Álico Tb Inclusões: cambissolos e Podzólicos vermelho-amarelo.	Principalmente de rochas sedimentares de natureza argilosa.	Os 2 componentes com boas condições físicas e elevados teores de matéria orgânica; Podzólico muito mais susceptível a erosão; baixa fertilidade natural e Al trocável em níveis tóxicos; bom potencial produtivo.	> 90	Boa	Argilosa
Ca23	60% Cambissolo álico Tb nos topos e encostas inferiores 40% Podzólico vermelho-amarelo álico Tb nas encostas médias.	Folhelho Ponta Grossa.	Baixa fertilidade; Elevados teores de Al trocável.	> 30 < 90	Boa	Argilosa
HG2	Inclusões: solos orgânicos, solos aluviais e cambissolo substrato sedimentos do Quaternário.	Desenvolvidos a partir de produtos da meteorização de sedimentos do Quaternário.				

Fonte: Compilado de Larach, et al (1984¹, 1984²) e Higa (2003)

5.2.4 Características Morfométricas da BHCC

Para uma análise criteriosa da BHCC, foi realizada uma compartimentação da bacia em duas áreas distintas sendo que, para tanto, foi considerada a condição geológica da área. A influência da geologia sobre os processos e morfologia das vertentes numa bacia hidrográfica tem sido caracterizada pela relação da resistência da massa rochosa como função de suas propriedades de macividade, resistência ao intemperismo, orientação, espaçamento e continuidade dos lineamentos (junturas) e fluxo hídrico sub-superficial (SELBY, 1980 citado por GARBOSSA e CANALI, 2004).

Assim, a bacia foi dividida em 'Compartimento 1', que é composto principalmente pela Formação Ponta Grossa além dos depósitos quaternários e diques e soleiras, e 'Compartimento 2', que é composto principalmente pela Formação Furnas além de uma pequena mancha da Formação Ponta Grossa, como demonstra a Figura 28.

Os valores obtidos na caracterização morfométrica demonstraram algumas condições físicas da bacia. A BHCC é uma bacia de quinta ordem, possui uma forma mais próxima de arredondada com um Coeficiente de Compacidade igual a 1,23. A orientação da drenagem destaca-se em sua porção oriental no sentido NE – SW, ocorrendo porém, canais drenando no sentido N – S, como o arroio Olarias e o próprio rio Cará-Cará.

Os compartimentos possuem formatos diferenciados, sendo que o 'Compartimento 1' possui um Coeficiente de Compacidade igual a 1,65 e o 'Compartimento 2' de 1,34. Estes valores indicam uma tendência da bacia a concentrar enchentes. Porém, os compartimentos apresentam características diferentes em relação a estes índices os quais inferem um potencial maior a concentração de enchentes no 'Compartimento 2'.

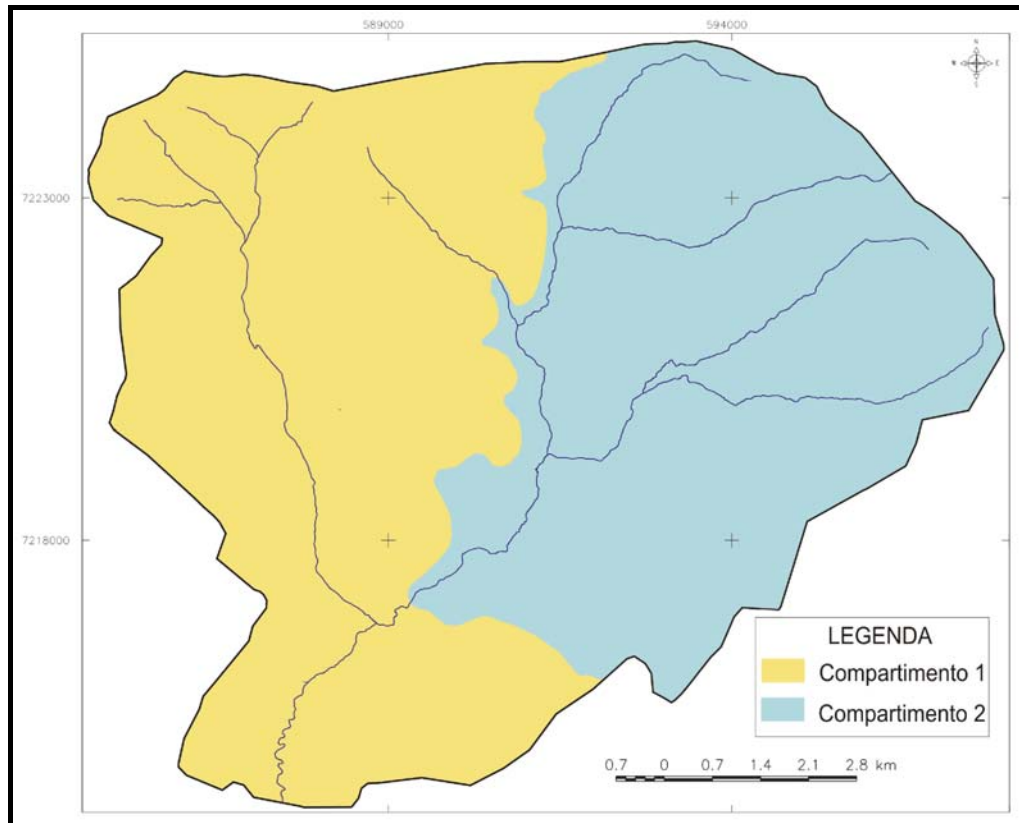


Figura 28: Compartimentação da BHCC

O gradiente da bacia demonstrado pela Relação de Relevo (R_r) é de 19,73 metros de desnível altimétrico por quilômetro. A Relação de Relevo do 'Compartimento 1' é de 15,13 e do 'Compartimento 2' é de 24,02 indicando assim, uma maior energia imposta ao escoamento superficial neste compartimento 1, o que está diretamente ligado à capacidade de erosão e de transporte de sedimentos.

A Densidade Hidrográfica (D_h) da bacia é de 2,13 Km / Km² o que indica ser uma área relativamente bem drenada. Segundo Villela e Mattos citados por Rizzi et al (1999) que, de maneira quantitativa, indicaram que o índice de 0,5 Km / Km² representa bacias com drenagem pobre, e o índice de 3,5 Km / Km² ou mais, indica bacias excepcionalmente bem drenadas. O 'Compartimento 1' apresenta uma Densidade Hidrográfica de 1,75 Km / Km² e o 'Compartimento 2' de 2,06 Km / Km² de Densidade Hidrográfica.

Esta diferença de 0,31 Km / Km² entre os compartimentos demonstra que o 'Compartimento 2' possui uma maior quantidade de canais de 1ª ordem, fazendo com que maior quantidade de água atinja os canais de ordem superior durante uma chuva, quando comparado ao 'Compartimento 1'.

A Densidade de Drenagem (Dd) da bacia é de 2,20 Km / Km², do 'Compartimento 1' é de 1,67 Km / Km² e do 'Compartimento 2' é de 2,76 Km / Km². A diferença de 1,09 Km / Km² entre os compartimentos demonstra que o 'Compartimento 2' possui uma maior concentração de canais e, conseqüentemente, um maior índice de dissecação do relevo.

Beltrame (1990) citado por Ferreti (2003) propõem uma classificação para a densidade de drenagem que segue descrita no Quadro 13.

A Extensão do Percurso Superficial (Eps), que é a média da distância percorrida pela água na vertente a partir do divisor d'água até a linha de talvegue é outro indicador de dissecação do relevo. Para a bacia toda o valor é de 227 m, para o 'Compartimento 1' é de 299 m e para o 'Compartimento 2' é de 181 m. Estas medidas tornam a confirmar a diferença entre os compartimentos, sendo que o 'Compartimento 2' apresenta um Eps menor, indicando que esta área possui um índice de dissecação maior que o 'Compartimento 1'. A Figura 29 demonstra os valores referentes a Dh, a Dd e ao Eps da bacia total e de seus compartimentos.

Quadro 13: Qualificação pela densidade de drenagem

Valores de Dd (Km / Km ²)	Qualificação
Menor que 0,50	Baixa
0,50 – 2,00	Mediana
2,01 – 3,50	Alta
Maior que 3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1990) citado por Ferreti (2003)

As diferenças morfométricas existentes entre os dois compartimentos indicam áreas distintas em relação a composição da rede drenagem, do potencial erosivo, e da concentração de águas pluviais nos canais de ordem superior dentro da mesma bacia. Basicamente, o que se percebe pelos padrões morfométricos é que o 'Compartimento 2', com substrato geológico composto primordialmente pela Formação Furnas, possui estrutura mais suscetível a processos erosivos, condicionando uma dissecação do relevo maior neste compartimento, e com potencialidade também maior a concentração de água durante uma chuva nos canais de ordens superiores.

Os valores morfométricos da bacia e de seus compartimentos, estão representados nos Quadros 14 e 15.

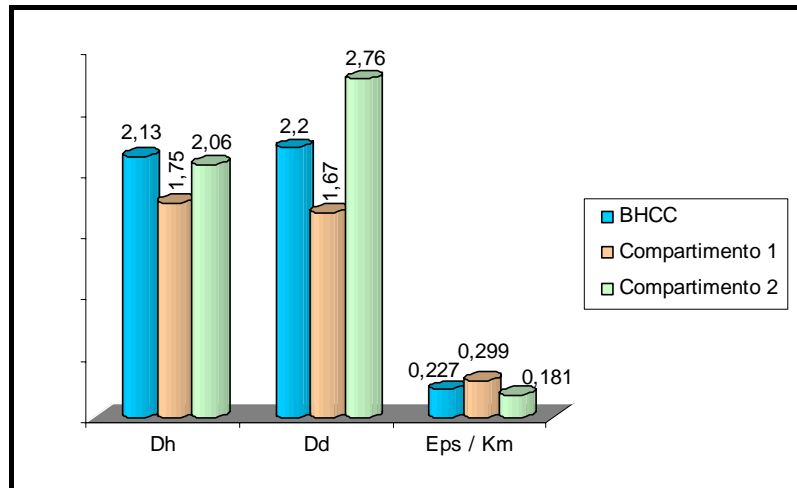


Figura 29: Gráfico dos padrões morfométricos da BHCC
Fonte: Organizado por Marcos A. Miara, 2006

Quadro 14: Índices morfométricos da BHCC – Análises Lineares

ANÁLISES LINEARES: Número de canais de cada ordem, Comprimento total dos canais, e comprimento médio dos canais						
	Nº1ª/L.canais L. médios	Nº2ª/L.canais L. médios	Nº3ª/L.canais L. médios	Nº4ª/L.canais L. médios	Nº5ª/L.canais L. médios	Comprimento total dos canais
	Unidade: m	Unidade: m	Unidade: m	Unidade: m	Unidade: m	Unidade: Km
BHCC	218 (nº) 96772,79 443,91	55 (nº) 59457,88 1081,05	13 (nº) 23203,55 1784,88	3 (nº) 17068,41 5689,47	1 (nº) 8911,18 8911,18	224,83
Comp. 1	93 (nº) 46566,93 500,71	24 (nº) 22397,90 933,24	4 (nº) 4108,35 1027,08	1 (nº) 8179,69 8179,69	1 (nº) 4943,81 4943,81	88,33
Comp. 2	102 (nº) 50205,86 492,21	33 (nº) 37059,98 1123,02	10 (nº) 19095,20 1909,52	3 (nº) 8888,72 2962,90	1 (nº) 3967,37 3967,37	136,50
Obs:	L: Comprimento dos canais			Comp.1: Compartmento 1 Comp.2: Compartmento 2		

Fonte: Organizado por Marcos A. Miara, 2006

Quadro 15: Índices morfométricos da BHCC – Análises Areais

	ANÁLISES AREAIS:								
	Área	Perímetro	Dh	Dd	Eps	Lb	Hb	Rr	Cc
	Unidade: Km ²	Unidade: Km	Unidade: Km ²	Unidade: Km ²	Unidade: m	Unidade: m	Unidade: m	Unidade: m	
BHCC	102,18	44,17	2,13	2,20	227	12881,60	254,2	19,73	1,23
Comp. 1	52,86	42,71	1,75	1,67	299	10590,05	160,3	15,13	1,65
Comp. 2	49,29	33,37	2,06	2,76	181	9531,42	229	24,02	1,34
Obs: Dh: Densidade hidrográfica Dd: Densidade de drenagem Eps: Extensão do percurso superficial Lb: Comprimento da bacia					Hb: Altura da bacia Rr: Relação de relevo Cc: Coeficiente de compacidade Comp.1: Compartimento 1 Comp.2: Compartimento 2				

Fonte: Organizado por Marcos A. Miara, 2006

5.3 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DA BHCC

5.3.1 A Urbanização e suas Tendências na Bacia: Aspectos Históricos e Atuais

A cidade de Ponta Grossa, elevada à condição de município em 1892, cresceu a partir de um alto topográfico situado a cerca de 968 metros de altitude, expandindo-se inicialmente pelos divisores das bacias hidrográficas, com os eixos urbanos compondo uma geometria radial (MEDEIROS e MELO, 2001), fazendo do relevo um elemento que influenciou, num primeiro momento, o desenho e a forma da cidade (LOWEN SAHR, 2001).

A evolução da população urbana de Ponta Grossa demonstra que desde a década de 1950 a cidade apresentou um crescimento intenso. Em 1960, Ponta Grossa ultrapassou os 50.000 habitantes, já podendo ser denominada demograficamente como uma cidade de porte médio. Em 1970 o espaço urbano contava com mais de 100.000 habitantes, em 1991 ultrapassava os 200.000 e em 2000 havia um número em torno de 266.552 habitantes, e de acordo com Lowen Sahr (2001), entre 1940 e 2000 a população aumentou cerca de nove vezes.

A mesma autora cita que a expansão urbana de Ponta Grossa pode ser interpretada, em primeira linha, como resultado principal da ação da economia

privada no espaço através de novos loteamentos, sendo que esta expansão pode ser subdividida em diferentes fases históricas as quais seguem no Quadro 16.

Quadro 16: Fases históricas da expansão urbana de Ponta Grossa

Fase 1	Antes de 1920;	Fase 4	de 1940 a 1949;
Fase 2	de 1920 a 1929;	Fase 5	de 1949 a 1970;
Fase 3	de 1929 a 1940;	Fase 6	após 1970.

Fonte: Lowen Sahr (2001).

Dentre tais fases, algumas se referem diretamente a expansão urbana na bacia do rio Cará-Cará, as quais seguem descritas abaixo:

Fase 2 – de 1920 a 1929: neste período a expansão da cidade ocorreu, sobretudo, ao longo da linha férrea que acompanhava a estrutura dos espigões do relevo. Durante esta fase desenvolveram-se dois importantes bairros na cidade, o bairro de Oficinas na direção Sul, e o bairro de Uvaranas a Leste (Figura 30).

Fase 4 – de 1940 a 1949: a grande expansão é vivenciada pelo bairro Uvaranas e pela primeira vez no espaço urbano de Ponta Grossa, as encostas dos vales também são loteadas e ocupadas.

Fase 6 – a partir de 1970: com a implantação das Leis Municipais nº 2018 de 1968, 2839 de 1976 e 4840 de 1992, as denominadas “Leis de Loteamento”, o parcelamento do solo urbano passa a ter maior controle. Nesta fase o crescimento da periferia ocorre principalmente pela construção de núcleos habitacionais e pela expansão horizontal, e de forma geral, ocorre pela transformação gradual do uso da terra onde muitas das antigas áreas de uso agropecuário tornam-se áreas de uso urbano.

Há que se considerar ainda o período dos anos 60 onde, segundo a mesma autora, um dos eixos com maior concentração de população desenvolveu-se no sentido Sul, no início da Avenida Visconde de Mauá no bairro Oficinas (Figura 30).

Souza et al (1992) afirmam que a expansão urbana desordenada em Ponta Grossa, principalmente a partir dos anos 80, levou a ocupação das áreas de fundos de vale, ampliando as conseqüências de ordem ambiental e criando um quadro econômico-social preocupante.

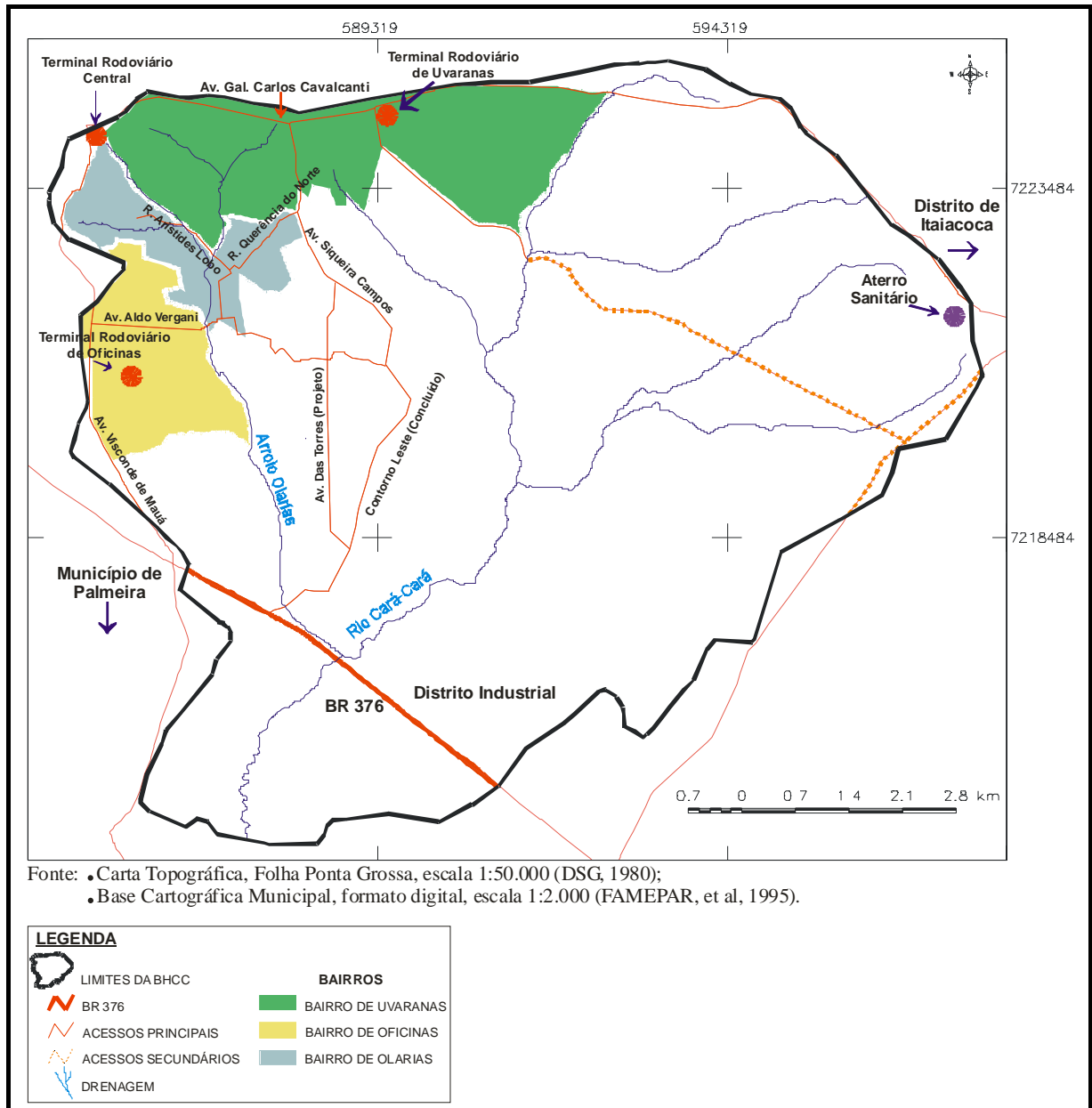


Figura 30: Referências espaciais sobre a ocupação urbana na BHCC
 Autoria: Organizado por Marcos A. Miara, 2006

Netto et al (1992) colocam como principais características do uso do solo urbano, o predominante crescimento às direções Noroeste, Norte e Leste, sendo este último em direção a bacia do Cará-Cará. Afirma também o adensamento da malha urbana no centro e no seu entorno, assim como nos corredores Noroeste, Leste e Sul, sendo que estes dois últimos sentidos dirigem-se pelos divisores da bacia do rio Cará-Cará.

O que se percebe é que o sítio urbano do município vem se expandindo rapidamente através da instalação de numerosos loteamentos, conjuntos

habitacionais e ocupação de terrenos irregulares, com obras de infra-estrutura deficientes e inadequado diagnóstico do meio físico, sendo que os vazios urbanos, as facilidades de aprovação de novos loteamentos e o processo migratório são agravantes para o crescimento desordenado da cidade (MEDEIROS e MELO, 2001).

Sobre tendências de expansão urbana no município, Netto et al (1992) afirmam que as áreas de maior crescimento coincidem com os espigões e com os terrenos mais planos, o que pode ser observado tanto no centro como no vale do rio Cará-Cará, sendo que as tendências de proliferação de loteamentos nesta bacia se harmonizam com a oferta de empregos do Distrito Industrial, na porção Sul da cidade, onde se concentram grandes indústrias (Figura 30).

Como fatores de influência de ocupação urbana em Ponta Grossa, Andrade Filho (2001) comenta sobre os eixos de ligação correspondentes às ruas Carlos Cavalcanti e Visconde de Mauá como eixos estruturais que concentram fluxos de transporte e serviços que resultaram num processo de valorização do seu entorno assim como a valorização e mudança do perfil de ocupação da área (Figura 30).

Apresentando um prognóstico de situações futuras por tendências em diferentes áreas, Netto et al (1992) prevêm a continuidade da ocupação urbana em áreas com altas declividades e vales, e que a ocupação na periferia ocorrerá de maneira aleatória com o surgimento de loteamentos isolados em áreas com problemas de relevo.

Ainda, de acordo com o Plano Diretor Municipal de Ponta Grossa (NETTO et al, 1992), no capítulo que se refere a “Instrumental de Ordenação Espacial”, que compreende ações em diferentes áreas e, entre elas na área físico-territorial, são traçadas propostas integradas dos setores de uso do solo, meio ambiente e infraestrutura e serviços urbanos. É proposto um modelo baseado em uma articulação entre as condicionantes do suporte natural e os eixos mais dinâmicos de expansão da cidade. Algumas diretrizes propostas são, entre outras:

- 1) Utilizar a BR 376 como suporte ao crescimento a malha urbana nas direções Sul e Sudoeste e o eixo do Distrito Industrial (Figura 30);

- 2) Utilizar de Eixos de Penetração, que ligam o Eixo Ponta Grossa e BR 376 fazendo a articulação entre as atividades da cidade e o tráfego rodoviário, pois formam corredores comerciais. Um dos mais importantes é o Contorno Leste que é a ligação entre a rodovia e o pólo comercial do Bairro de Uvaranas seguindo pelo

divisor de águas do rio Cará-Cará e do arroio Olarias, estruturando assim uma nova área de expansão da cidade (Figura 30).

3) Para a expansão de áreas residenciais, sugere-se a área entre o rio Cará-Cará e o arroio Olarias para programas habitacionais públicos e privados, viabilizando a oferta de moradias em locais de fácil acessibilidade ao Distrito Industrial (Figura 30);

4) Para o Distrito Industrial, situado ao longo da BR 376 a Sudeste da cidade, o plano prevê uma melhor articulação definida por meio da proposta de estruturação da expansão urbana entre o rio Cará-Cará e o arroio Olarias (NETTO, et al, 1992) (Figura 30).

O Plano Viário da Bacia Olarias (GEUS, 2001), aponta diretrizes para a expansão e alteração de vias para propósitos que referem-se ao desenvolvimento da região e a acessos que facilitem o trânsito entre os bairros e a região central. Entre as propostas do plano, estão: a transformação da Rua Aristides Lobo em avenida; a continuação da Avenida Aldo Vergani; a instalação da Rua Querência do Norte para organizar loteamentos futuros; a pavimentação da Avenida Siqueira Campos até a BR 376 servindo como via arterial para a região; a ligação entre a Avenida Siqueira Campos e a Avenida Visconde de Mauá favorecendo a ligação inter-bairros e prever a construção de uma via que siga margeando o arroio Olarias até a BR 376 delimitando a área de preservação próxima ao arroio; a construção da Avenida das Torres que partiria do Distrito Industrial para servir de interligação deste com o Contorno Leste, ponto final desta avenida.

De acordo com estas propostas estruturais, nota-se o quanto determinadas áreas da BHCC estão sujeitas a ocupações futuras em função de critérios pré-definidos. Os bairros, ruas, avenidas, toponímias gerais e demais locais de referências espaciais aqui citados, estão representados na Figura 30.

6 FRAGILIDADE POTENCIAL DA BHCC

O enfoque principal da pesquisa foi avaliar níveis de fragilidade de cada componente físico da BHCC relacionados aos processos erosivos. Assim consideraram-se as características de cada elemento procurando estabelecer níveis hierárquicos entre suas classes dentro desta perspectiva.

Para a composição do mapa de Fragilidade Potencial da BHCC foram confeccionadas as cartas de Declividade (Figura 22), Tipos Predominantes de Formas de Vertentes (Figura 25), Geologia (Figura 26), Solos (Figura 27), e de Erosividade da Chuva (Figura 31, página 85). Estes dados foram cruzados baseando-se na proposta metodológica de Ross (1990; 1994), estabelecendo, porém, uma relação de importância entre cada variável sobre todas as demais.

6.1 DECLIVIDADE

Para a BHCC foram realizadas subdivisões nas classes de declividade propostas por Ross (1994) considerando determinadas peculiaridades da bacia. Ross propõem os seguintes intervalos: 0 a 6%, 6 a 12%, 12 a 20%, 20 a 30% e acima de 30%. Porém, avaliando a classe '0 a 6%', a qual possui uma área representativa na BHCC, notou-se que a maior parte desta categoria é composta por valores que não ultrapassam 2% de declividade. Do mesmo modo, há a ocorrência de altas declividades em locais determinados que ultrapassam os 45% de declividade. Assim, foi realizada uma subdivisão das classes extremas gerando um número maior de intervalos de classes com suas respectivas categorias hierárquicas de influências a processos erosivos (Quadro 17) no intuito de considerar estas características do relevo local, resultando na Carta de Declividades da BHCC (Figura 22).

Quadro 17: Intervalos de declividade propostos para a BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas

Categoria Hierárquica	Valor	Intervalos	Área (Km²)
Extremamente Fraca	1	0 a 2%	31,13
Muito Fraca	2	2 a 6%	28,35
Fraca	3	6 a 12%	32,42
Média	4	12 a 20%	7,99
Forte	5	20 a 30%	1,87
Muito Forte	6	30 a 45%	0,32
Extremamente Forte	7	Maior que 45%	0,07

6.2 TIPOS PREDOMINANTES DE FORMAS DE VERTENTES DA BHCC

Para a BHCC foram definidas classes hierárquicas para os tipos predominantes de formas de vertentes mapeadas demonstradas na Figura 25. As planícies, não consideradas vertentes por não possuir inclinação, foram também mapeadas. As categorias hierárquicas definidas e suas respectivas áreas estão dispostas no Quadro 18.

Quadro 18: Classes dos tipos predominantes de vertentes da BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas

Categoria Hierárquica	Valor	Classes	Área (Km²)
Muito Baixo	1	Planícies	7,18
Baixo	2	Vertentes Convexas	32,12
Intermediário	3	Vertentes Retilíneas	20,25
Alto	4	Vertentes Côncavas	42,61

6.3 GEOLOGIA

Foi estabelecida uma escala de níveis de fragilidade aos processos erosivos das classes de geologia que ocorrem na BHCC demonstradas na Figura 26 que está descrita no Quadro 19, com suas respectivas áreas.

Quadro 19: Classes de geologia da BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas

Categoria Hierárquica	Valor	Classes	Área (Km²)
Muito Baixo	1	Formação Serra Geral	2,05
Baixo	2	Formação Ponta Grossa	49,98
Intermediário	3	Formação Furnas	47,24
Alto	4	Depósitos Quaternários	2,86

Foram consideradas também na definição desta escala de valores, a densidade de linhas de fratura por classes de geologia (Quadro 10) que demonstra uma maior ocorrência destas estruturas onde ocorre a Formação Furnas, pois segundo Soares e Fiori (1976), zonas de fraturamento são mais facilmente atacadas por processos meteóricos e erosivos. Do mesmo modo, a análise dos padrões morfométricos da BHCC também foi considerada. A Densidade de Drenagem e Hidrográfica e a Extensão do Percurso Superficial (Figura 29) demonstraram um maior índice de dissecação do relevo onde também ocorre a Formação Furnas. Para Ross (1994) também se prestam para a análise da fragilidade natural dos ambientes a rugosidade topográfica do relevo, ou seja, os índices de dissecação que podem ser identificados a partir destes parâmetros morfométricos. Estes valores fizeram com que a Formação Furnas assumisse um valor maior que a Formação Ponta Grossa, destoando assim, parcialmente da proposta de Crepani et al (2001), que foi utilizada como base para a hierarquização da geologia quanto ao potencial erosivo.

6.4 SOLOS

Com base na proposta de Ross (1994), foi realizada a categorização da Carta de Solos da BHCC (Figura 27) estabelecendo sua classificação hierárquica quanto aos níveis de fragilidade (Quadro 20). Para a classe 'LEa9' foi considerada tanto sua textura que difere da classe 'LEa8', quanto a indicação da necessidade de práticas conservacionistas em seu manejo (ver Quadro 12) (Larach et al, 1984), o que fez com que esta classe obtivesse valor '2' na categoria hierárquica 'Baixo'. As demais classes seguiram a proposta de Ross (1994).

Quadro 20: Classes dos tipos de solos da BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas

Categoria Hierárquica	Valor	Tipos de Solos	Área (Km²)
Muito Baixo	1	LEa8	29,85
Baixo	2	LEa9	20,87
Intermediário	3	LEa14	42,17
Alto	4	Ca23	20,88
Alto	4	HG2	7,18

6.5 EROSIVIDADE

Dos valores obtidos pela interpolação dos dados pluviométricos das estações consideradas (Quadro 21), foi produzida a Carta de Erosividade da Chuva da BHCC (Figura 31). Foram definidas duas classes de graus de instabilidade considerando os índices anuais do potencial erosivo que estão demonstradas no Quadro 22. Os intervalos utilizados são de 6.000 a 7.000, e maior que 7.000 MJ.mm / ha.L.

A 1ª classe (de 6.000 a 7.000 MJ.mm / ha.L) ocupa 81,5% da bacia, e a 2ª classe (Maior que 7.000 MJ.mm / ha.L) ocupa 18,5% da bacia e localiza-se na porção Nordeste da bacia onde se encontram algumas cabeceiras do rio Cará-Cará.

Quadro 21: Índices médios de erosividade anual e mensal da BHCC

Estação	Erosividade Média Anual	Erosividade Média Mensal
Capão da Onça	7.643,55	511,54
SUDERHSA	6.366,53	530,54
SIMEPAR	6.138,57	636,96

Quadro 22: Classes de erosividade da BHCC, sua hierarquia e suas respectivas áreas

Categoria Hierárquica	Valor	Área (Km²)
6.000 a 7.000 MJ.mm / ha.L	1	83,32
Maior que 7.000 MJ.mm / ha.L	2	18,85

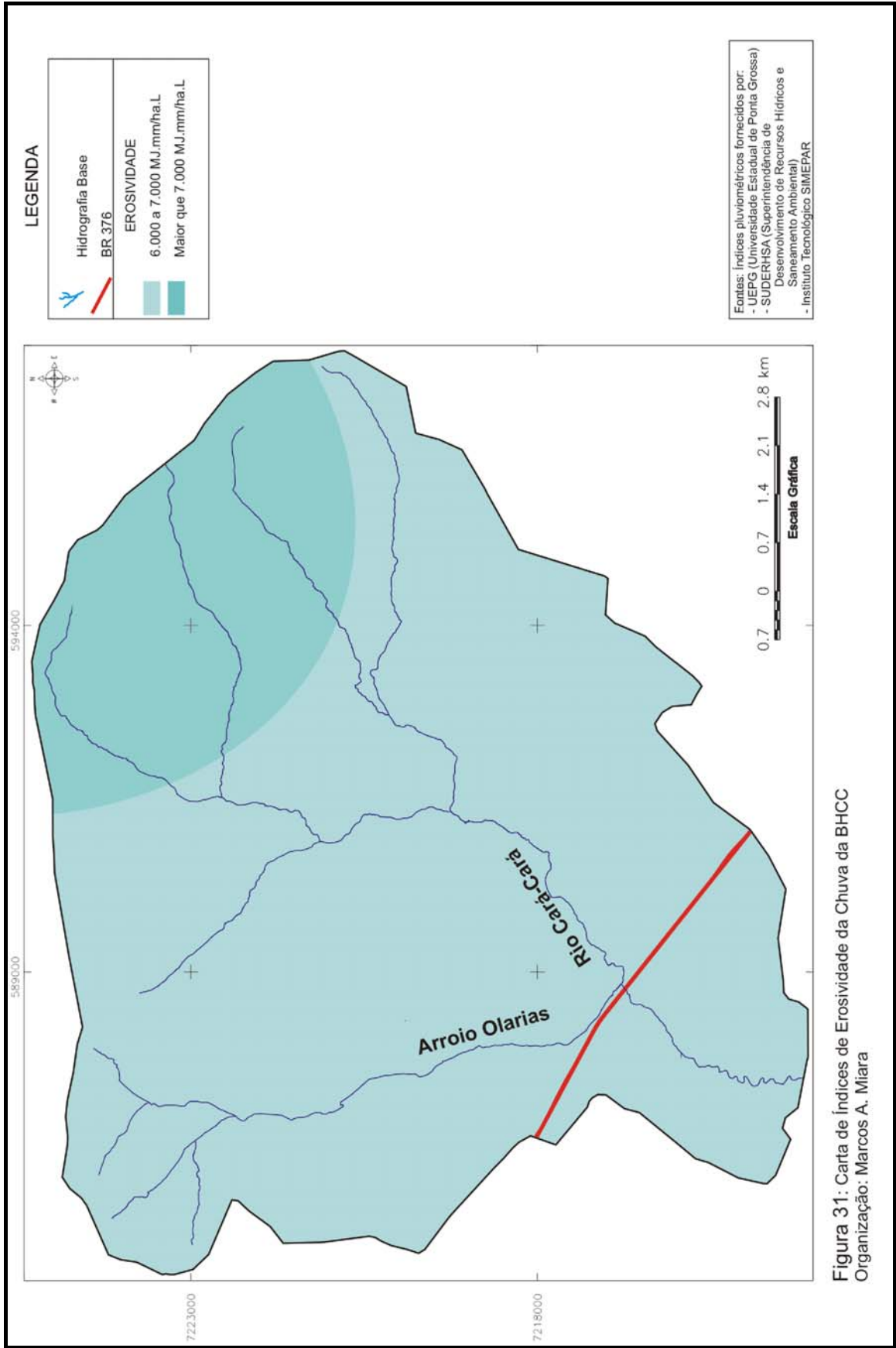


Figura 31: Carta de Índices de Erosividade da Chuva da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

6.6 PROCEDIMENTOS COMPUTACIONAIS

Nesta fase da pesquisa, foram realizados os cruzamentos entre as variáveis físico-ambientais da BHCC. As etapas que se fizeram necessárias estão representadas resumidamente na Figura 32.

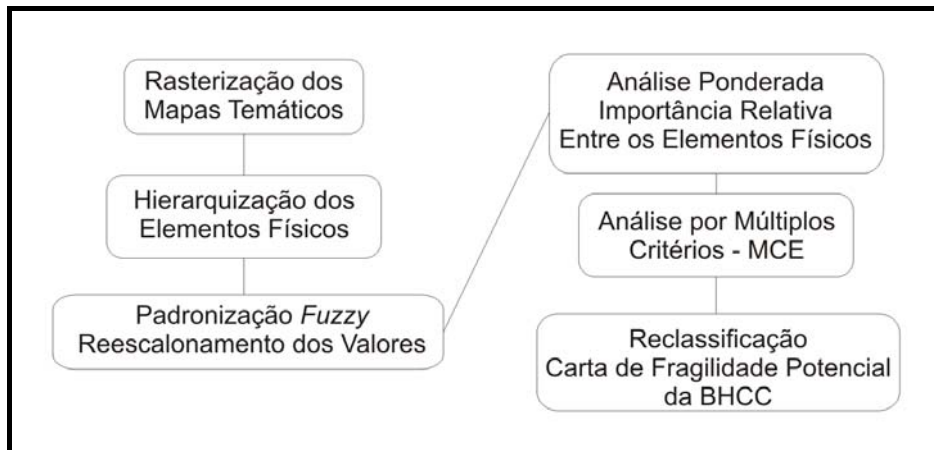


Figura 32: Fluxograma de atividades

Os mapas temáticos de Declividade, Solos, dos Tipos Predominantes de Vertentes, Geologia e de Potencial Erosivo da Chuva foram transformados em dados matriciais no *software* SPRING v. 4.1.1 e exportados no formato *Geotiff* para o *software* Idrisi 32 v.132.01 onde foram posteriormente cruzados.

Este cruzamento foi realizado considerando diferentes graus de importância de cada variável ambiental na definição das classes de Fragilidade Potencial. Deste modo, algumas etapas se fizeram necessárias para a operação proposta, onde os passos utilizados seguem descritos a seguir.

O primeiro passo foi realizar uma re-classificação através do módulo *Reclass* definindo de forma crescente uma variação de influência de cada classe em cada imagem, a processos erosivos. Este procedimento gerou um mapa de Declividade com classes de '1 a 7', os mapas de Solos, Geologia e de Tipos Predominantes de Vertentes com classes de '1 a 4', e o mapa de Erosividade da Chuva com classes '1 e 2'.

O segundo passo foi realizar a padronização dos valores das classes contidas nas imagens a partir do módulo *Fuzzy*, procedimento requerido por outros módulos que foram utilizados posteriormente. A Função *Fuzzy* avalia a possibilidade

que cada *pixel* pertença a um conjunto de alguma avaliação de uma série de funções. Possui as funções *Sigmoidal*, *J-Shaped* e *Linear* que são controladas por quatro pontos ordenados de baixo para cima em uma escala mensurável. O primeiro ponto marca o lugar onde a função começa a elevar-se a partir de “0”. O segundo ponto indica onde ele atinge “1”, ou “255”, conforme a escolha do usuário. O terceiro ponto indica o lugar onde gradativamente começa a descer novamente abaixo de “1” ou “255”, enquanto o quarto ponto marca onde ele retorna ao “0” (zero). Pontos podem ser duplicados para criar funções monótonas ou lineares. O uso da função requer a entrada de pontos de controle e seus correspondentes valores, e estes servem para definir a modelagem da curva gráfica. A saída pode ser escalonada de “0 a 1” ou de “0 a 255” (EASTMAN, 1995).

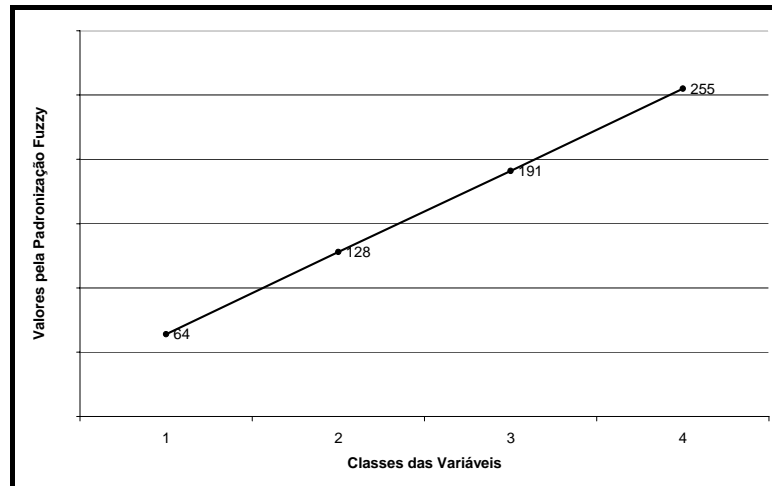
Para cada uma das imagens foi utilizada uma determinada função com seus respectivos pontos de inflexão. Para os mapas de Solos, Geologia e de Tipos Predominantes de Vertentes, foram utilizados pontos de inflexão ‘0 e 4’ com função *Linear* (Quadro 23 e Figura 33). Para o mapa de Erosividade da Chuva foram utilizados pontos de inflexão ‘0 e 2’ também com função *Linear* (Quadro 24 e Figura 34). Para o mapa de Declividades foram utilizados pontos de inflexão ‘5 e 7’ e a função *J-Shaped* (Quadro 25 e Figura 35).

A diferença de função para o mapa de Declividades se deu por ser considerado que as classes que apresentam baixas declividades exercem pouca influência à erosão, assim como é considerado que as declividades maiores são de influência muito maior a processos erosivos. Assim, foi dada maior relevância a esta diferença entre as classes de declividade, não seguindo uma linearidade como nos outros critérios.

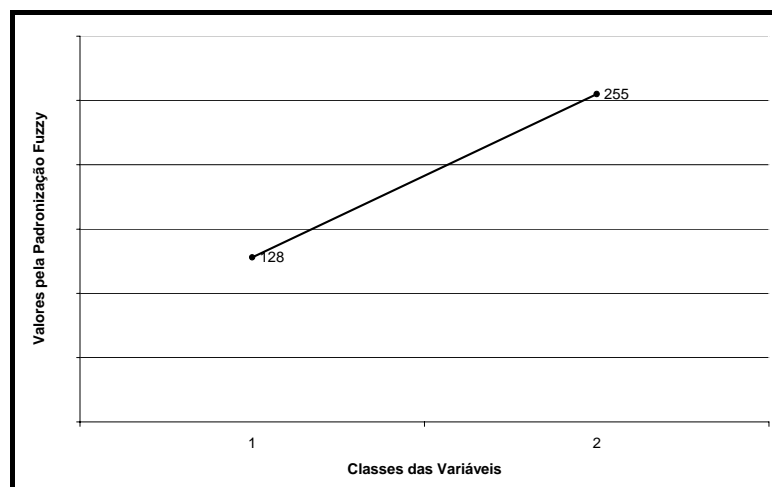
O resultado deste procedimento foi a obtenção de 6 (seis) mapas correspondentes aos dados analisados onde todas as suas classes foram dispostas em uma mesma escala de valores, ou seja, em uma escala que varia de ‘0 a 255’.

Quadro 23: Padronização *Fuzzy* – Variáveis: Solos, Geologia e Vertentes

Classes de Solos, Geologia e Vertentes	Valores a partir da Função <i>Fuzzy</i>
1	64
2	128
3	191
4	255

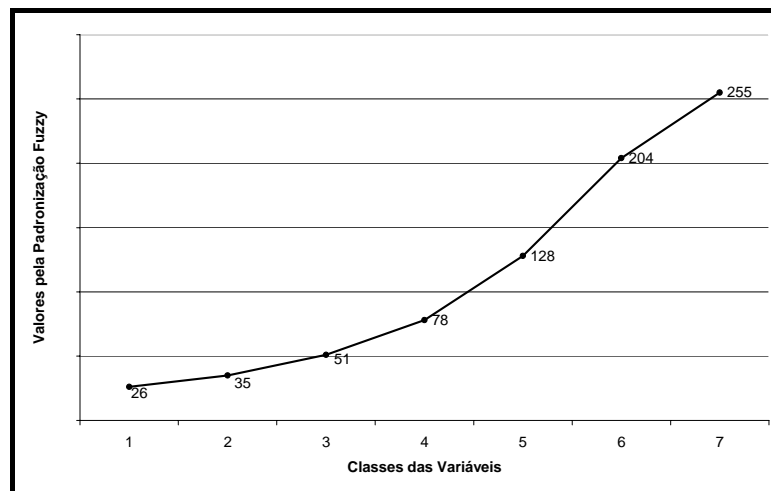
Figura 33: Gráfico Padronização *Fuzzy* – Variáveis: Solos, Geologia e VertentesQuadro 24: Padronização *Fuzzy* – Variável: Potencial Erosivo da Chuva

Classes de Erosividade da Chuva	Valores a partir da Função <i>Fuzzy</i>
1	128
2	255

Figura 34: Gráfico Padronização *Fuzzy* – Variável: Potencial Erosivo da Chuva

Quadro 25: Padronização *Fuzzy* – Variável: Declividade

Classes de Declividades	Valores a partir da Função <i>Fuzzy</i>
1	26
2	35
3	51
4	78
5	128
6	204
7	255

Figura 35: Gráfico Padronização *Fuzzy* – Variável: Declividade

A terceira etapa foi aplicar à análise uma ponderação dos valores de cada variável utilizada. Para tanto, foi estabelecida uma relação de importância entre cada variável e todas as demais tentando definir o quanto cada elemento era mais importante que os outros. É de entendimento do autor que esta tarefa é impossível de ser exata quando se concebe o ambiente como um sistema aberto e dinâmico, carregando assim, uma carga indissociável de subjetividade nesta análise. Por outro lado, o autor também crê em uma possibilidade maior de correlação com a realidade pela avaliação proposta por esta pesquisa quando se considera esta relação ponderada entre as variáveis, do que criar uma matriz algébrica entre os valores definidos para cada classe de cada variável. Isto se dá pela possibilidade de considerar as peculiaridades de cada espaço dentro de um estudo, valorando ou mais, ou menos, alguns diferentes aspectos deste espaço.

Zambon et al (2005) descrevem que o método que foi aplicado nesta etapa é o de comparação 'par a par' no contexto do processo de tomada de decisão, que é

denominado também de *AHP* (*Analytic Hierarchy Process*). Thomas Saaty (1977) propôs uma técnica de escolha baseada na lógica da comparação pareada. Neste procedimento, os diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados 'dois-a-dois', e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida (INPE, 2005).

Esta técnica baseia-se numa matriz quadrada ' $n \times n$ ', onde as linhas e colunas correspondem aos critérios analisados para o problema em questão. Assim, o valor de cada célula da matriz representa a importância relativa do critério da linha face ao critério da coluna. Como esta matriz é recíproca, apenas a metade triangular inferior necessita ser avaliada, já que a outra metade deriva desta, e a diagonal principal assume valores iguais a '1' (ZAMBON et al, 2005). O estabelecimento de comparações 'par a par' para todos os critérios precisa da definição de uma escala destinada à normalização. No Quadro 26 é apresentada a escala proposta por INPE (2005).

Quadro 26: Escala de Valores AHP para Comparação Pareada

Intensidade de importância	Definição e Explicação
1	Importância igual - os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada - um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial - um fator é claramente mais importante que o outro
7	Importância demonstrada - Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema - A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos - possibilidade de compromissos adicionais

Fonte: INPE (2005)

Para a BHCC a escala de importância relativa utilizada entre os fatores está demonstrada no Quadro 27.

Quadro 27: Escala relativa de importância entre as variáveis físicas da BHCC

	Erosividade	Geologia	Vertentes	Solos	Declividade
Erosividade	1	-	-	-	-
Geologia	2,8	1	-	-	-
Vertentes	3,6	1,28	1	-	-
Solos	4,6	1,64	1,27	1	-
Declividade	8	2,85	2,22	1,74	1

Para este procedimento foi utilizado o módulo *WHEIGHT* do software Idrisi 32 v.132.01, o qual utiliza a técnica de comparação pareada para desenvolver um conjunto de pesos de fatores. As comparações referem-se à importância relativa de dois fatores a cada avaliação na determinação de sua aptidão para um objetivo determinado. O módulo informa os novos pesos juntamente com uma razão de consistência a qual tem a intenção de instruir o usuário sobre quaisquer inconsistências ocorridas durante o processo de comparação pareada. O módulo permite um processo interativo de exploração, onde o usuário tem a possibilidade de realizar diferentes experimentos com relação a atribuição de pesos (EASTMAN, 1995).

A partir desta relação ponderada, obteve-se a relação de pesos de cada variável para a BHCC, que seguem no Quadro 28.

Quadro 28: Relação de pesos entre as variáveis

VARIÁVEIS	PESOS
Declividade	40 %
Solos	23 %
Vertentes	18 %
Geologia	14 %
Erosividade	5 %

O fator 'Declividade' foi o que recebeu o maior peso já que é, dentre os fatores ambientais, o de importância direta com relação aos processos erosivos. Dentro da BHCC esta condicionante se revela de grande importância visto que maior parte da área apresenta baixas declividades, e estas se ampliam em locais

específicas influenciadas principalmente pela litologia como pelas linhas de fratura e pelas falhas.

O fator 'Solos', apesar de ser o elemento que sofre diretamente com a erosão relacionando-se assim de forma ativa com este processo de acordo com suas condições físicas e químicas, teve sua relação ponderada de forma não muito contundente em função da escala do mapeamento utilizado.

Os fatores 'Vertentes' e 'Geologia' receberam valores intermediários considerando a influência no escoamento superficial do primeiro, e na relação da litologia com a composição dos solos, assim como na relação demonstrada entre a litologia da BHCC e os índices de dissecação do relevo e na concentração de linhas de fratura já demonstrados anteriormente nesta pesquisa.

O fator 'Erosividade' foi considerado como o de menor influência em função da área da BHCC não possuir grande extensão territorial subentendendo-se assim a pouca variação no regime de chuvas na bacia, assim como por terem sido utilizados dados pluviométricos de uma estação com período de coleta de cinco anos.

De um modo geral, pode-se dizer que os elementos que caracterizam o relevo, ou seja, a 'Declividade' e os 'Tipos Predominantes de Vertentes', assumiram um peso maior na avaliação totalizando 58% dos pesos estabelecidos.

O quarto passo foi utilizar o módulo *MCE (Multi Criteria Evaluation)*, ou Avaliação por Múltiplos Critérios que é um método muito usado para avaliar e agregar muitas condicionantes, sendo necessário, porém, antes de efetuar seu uso, re-escalonar os dados a serem trabalhados a uma mesma escala de valores (Função *Fuzzy*), num processo conhecido como *padronização* (EASTMAN, 1995). O módulo possibilita o cruzamento das variáveis utilizadas considerando a relação de pesos proposta entre as variáveis, e gera um mapa com valores que variam de '0 a 255'. O resultado obtido foi um mapa com '143' classes com valores entre '10 e 240'.

O quinto passo foi fazer a re-classificação da imagem gerada com o propósito de agrupar os valores em um número menor de classes. A reclassificação foi realizada considerando a proximidade entre as '143' classes, assim como suas respectivas áreas. O resultado obtido é uma carta com 13 classes, que de forma crescente, representam os níveis de Fragilidade Potencial da BHCC (Figura 36).

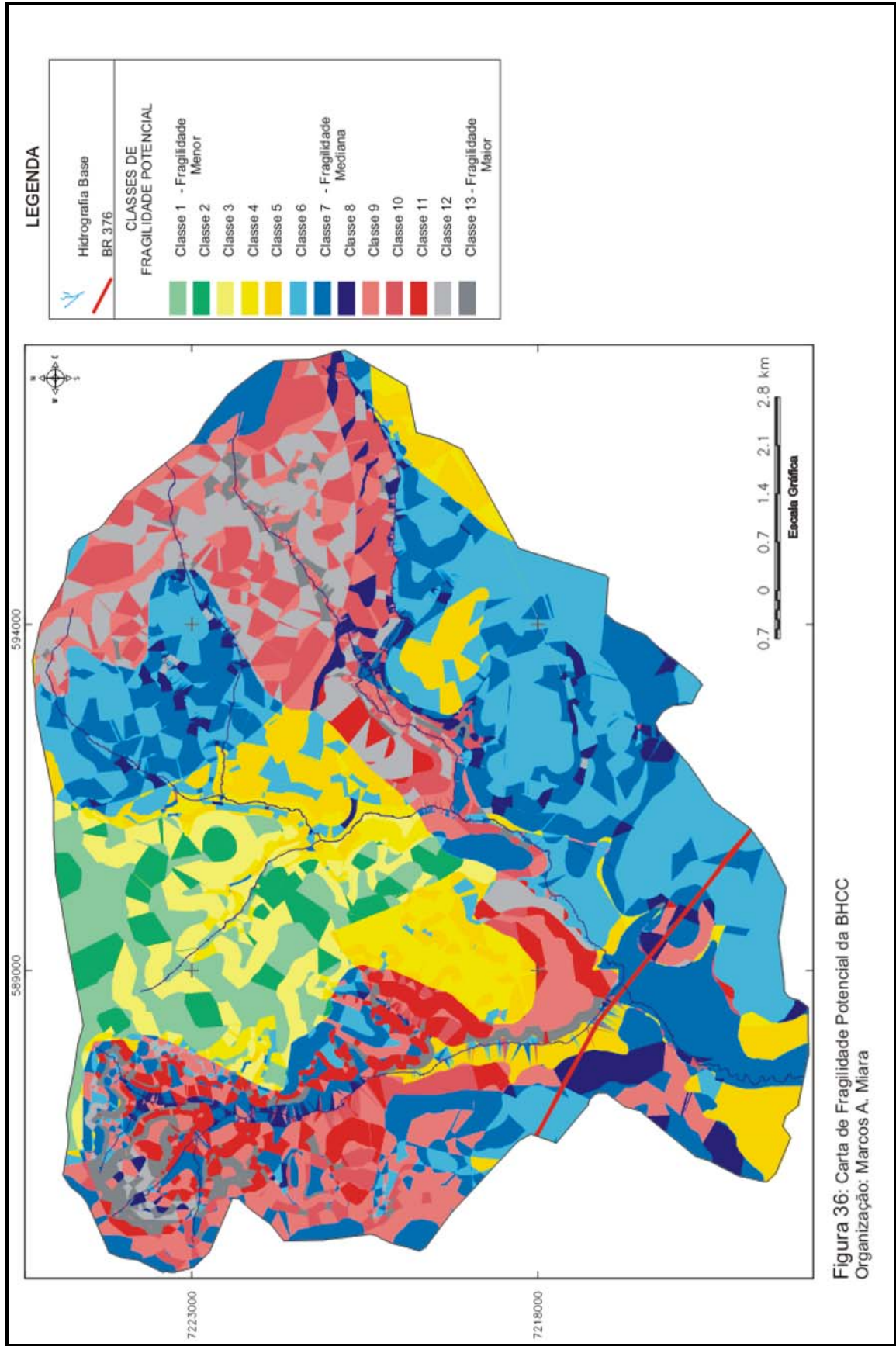


Figura 36: Carta de Fragilidade Potencial da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

6.7 CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL DA BHCC

Para uma análise a respeito das condições de cada uma das '13' classes finais de Fragilidade Potencial da BHCC, foi realizada primeiramente uma avaliação quantitativa. Para tanto, foram identificadas quais eram as características de cada classe de fragilidade potencial com relação as variáveis ambientais trabalhadas. Foram calculados os percentuais de área de cada uma das 13 classes que estão ocupados por cada uma das classes de cada variável ambiental. Estes dados quantitativos foram analisados e ajudaram à uma descrição de cada classe de fragilidade potencial da BHCC.

Saídas a campo foram realizadas no intuito de visualizar e registrar fotograficamente características físicas das 13 classes em pontos determinados de cada uma destas.

Classe de Fragilidade Potencial '1' da BHCC

A Classe 1 possui uma área de 5,52 Km², ocorre na área central da bacia e, sendo teoricamente a classe que representa as áreas que os menores potenciais a erosão possui, quase que em sua totalidade, apresenta as classes definidas como sendo as melhores entre as variáveis. Somente 1,62% da área encontram-se fora da classe de declividade '0 a 2%' caracterizando-se assim como uma área plana. Quanto a geologia desta classe, 99,85% de sua área encontra-se sobre a 'Formação Ponta Grossa' caracterizada como a segunda melhor classe desta variável. Sobre os solos, somente 0,25% estão fora do tipo Latossolo (LEa8), que foi definida como a melhor classe. Dos tipos de vertentes predominantes, apenas 0,75% da área estão fora das 'Vertentes Convexas' que é a classe de segundo menor peso, estando também em 99,54% na classe de menor potencial erosivo da chuva (Quadro 29).

Quadro 29: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 1 de Fragilidade Potencial

CLASSE 1:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	98,38	0,5	0,89	0,22	0,01	0	0
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	0,11	99,85	0,04	0	0		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0	0,09	0,03	99,75	0,13		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	0,56	0,19	99,25	0			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	99,54	0,46					

A Figura 37 demonstra a espacialização da Classe 1 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

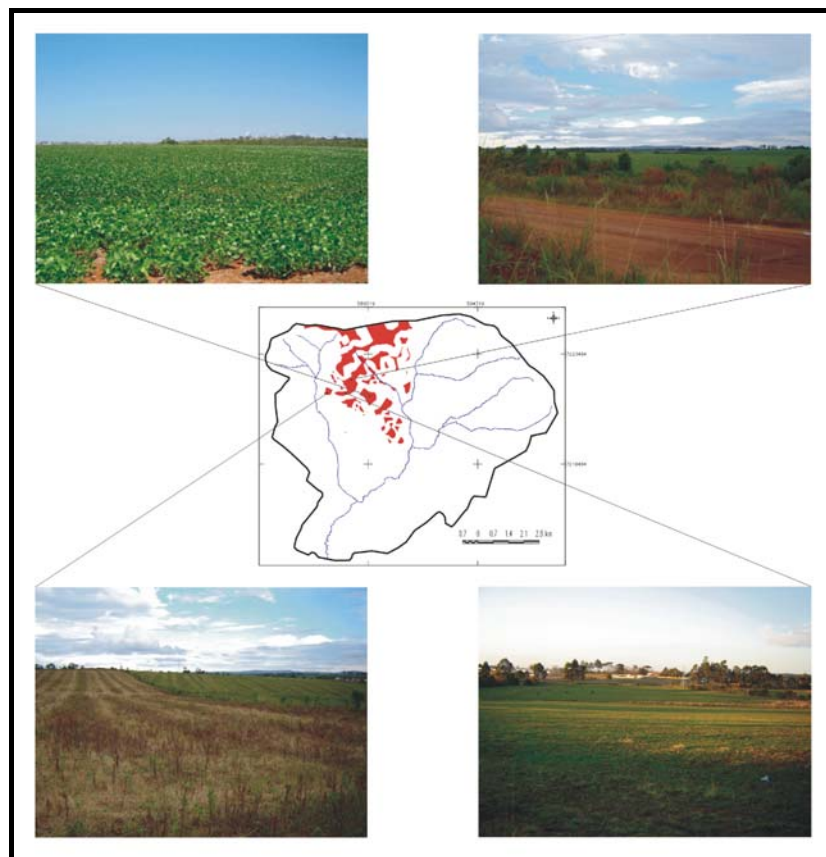


Figura 37: Classe 1 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '2' da BHCC

A Classe 2 ocupa uma área de 3,02 Km² e se intercala com a Classe 1. Diferencia-se da Classe 1 basicamente por possuir a classe de declividade '2 a 6%' em 98,68% de sua área. As demais características são semelhantes as da Classe 1. Esta condição de semelhança entre as classes indica a existência de um total de área dentro da BHCC de cerca de 8,54 Km² com declividades entre 0 e 6% com as demais características próximas das melhores classes de cada variável (Quadro 30).

Quadro 30: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 2 de Fragilidade Potencial

CLASSE 2:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	0,73	98,68	0,59	0	0	0	0
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	0,05	99,95	0	0	0		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0	0,06	0	99,94	0		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	0	0,06	99,94	0			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	99,82	0,18					

A Figura 38 demonstra a espacialização da Classe 2 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

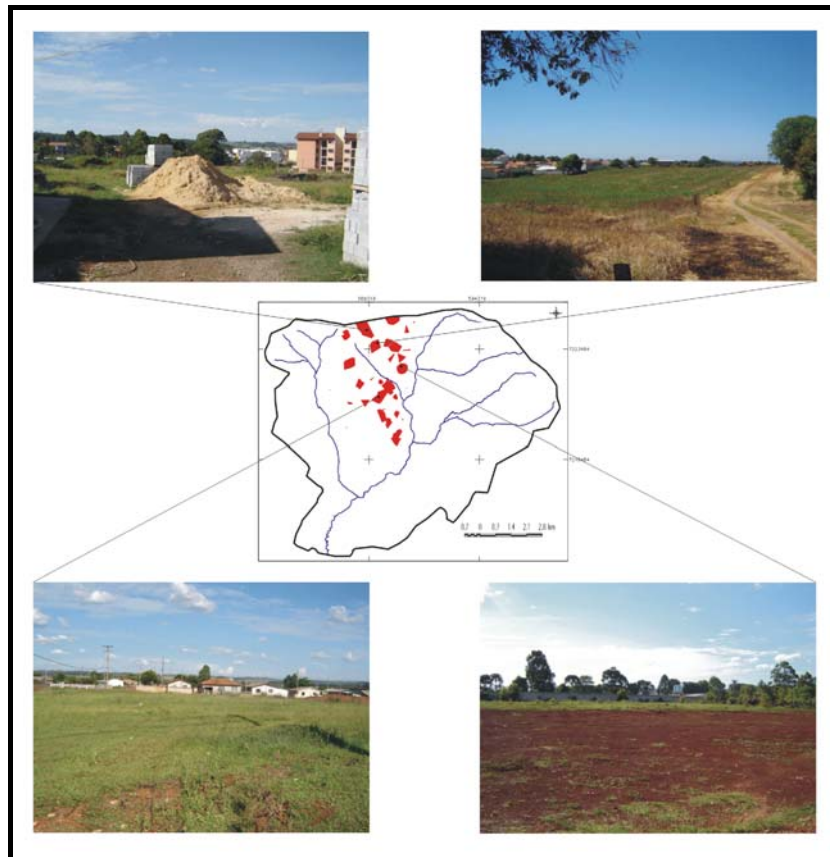


Figura 38: Classe 2 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '3' da BHCC

A Classe 3 ocupa 5,35 Km² e ocorre, assim como as classes '1' e '2', na porção centro-norte da BHCC onde o relevo faz divisa entre o rio Cará-Cará e seu principal afluente, o arroio Olarias. Esta classe segue a mesma tendência com respeito a declividade quanto a Classe 2 com relação a Classe 1, ou seja, a classe '6 a 12%' ocorre em 86,74% da área, e a variação entre 0 e 6% em 12, 95%. Nas demais características a semelhança permanece, valendo destacar 7,12% da área na 'Formação Furnas' e 5,17% na classe de vertentes 'Retilínea' (Quadro 31).

Quadro 31: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 3 de Fragilidade Potencial

CLASSE 3:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	8,42	4,53	86,74	0,27	0,04	0	0
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	7,12	92,82	0,06	0	0		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0	0,14	0	99,86	0		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	5,17	0,06	94,77	0			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	99,29	0,71					

A Figura 39 demonstra a espacialização da Classe 3 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

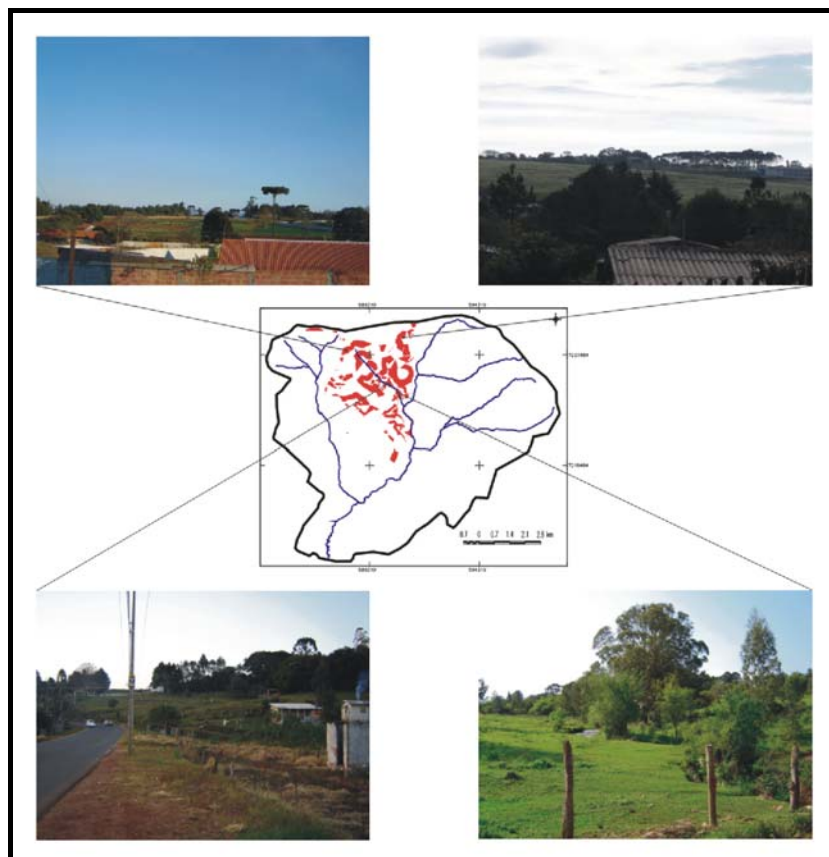


Figura 39: Classe 3 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '4' da BHCC

Na Classe 4 é interessante destacar que apesar de 87,4% da área estar entre as declividades de 0 a 12%, aparece pela primeira vez de modo a se considerar um percentual de 12,44% da área dentro da classe '12 a 20%'. Outro fato que destoa é o aparecimento da classe de geologia 'Formação Furnas' em 35,98% da área da Classe 4. Com relação aos tipos de solos, o percentual do tipo Latossolo 'LEa8' cai, mas é substituída em partes por outro Latossolo 'LEa9' que é a segunda melhor classe desta variável. A respeito dos tipos predominantes de vertentes, há uma maior distribuição percentual entre as classes diminuindo de forma considerável a classe 'Convexa' se comparada as Classes 1, 2 e 3, e aparecendo 63,5% da área nas duas piores classes desta variável.

Esta classe ocupa 4, 62 Km² da BHCC, ocorre também na parte central da bacia ocupando também áreas próximas a drenagem, assim como no extremo Leste da bacia (Quadro 32)

Quadro 32: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 4 de Fragilidade Potencial

CLASSE 4:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	46,39	27,69	13,32	12,44	0,15	0	0,01
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	35,98	63,91	0	0,11	0		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0,01	0,11	9,13	86,13	4,62		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	17,36	46,14	32,01	4,49			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	99,50	0,50					

A Figura 40 demonstra a espacialização da Classe 4 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

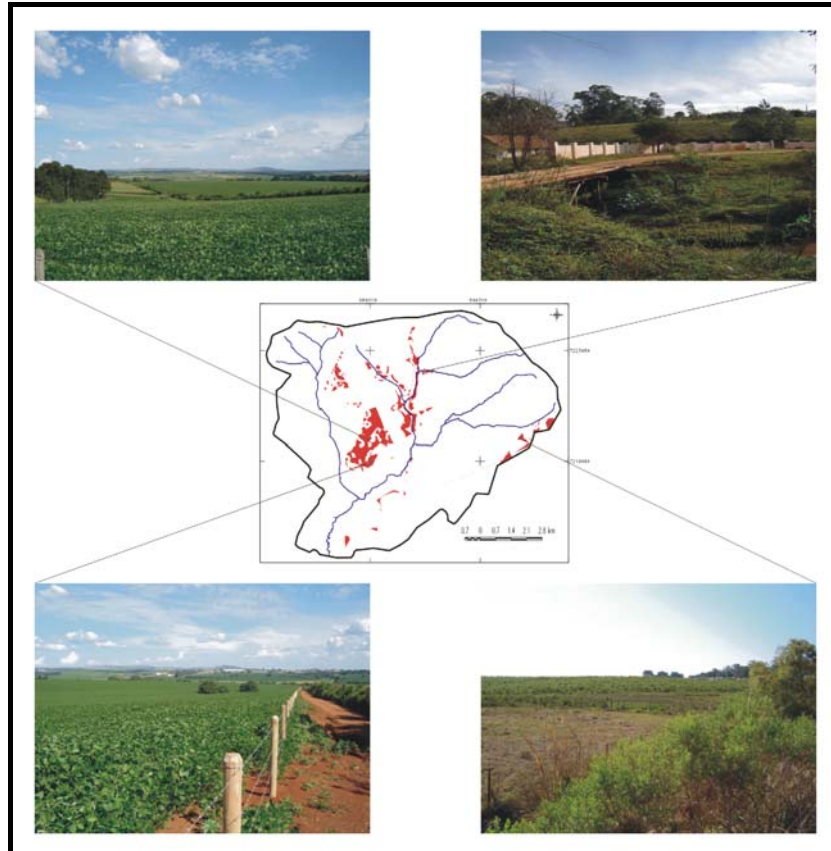


Figura 40: Classe 4 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '5' da BHCC

A Classe 5, com relação a declividade da Classe 4, apresenta uma inversão dos valores das classes '0 a 2%' e '2 a 6%', e um forte aumento percentual da classe '6 a 12%'. Para a geologia desta classe existe uma correlação grande com a Classe 4. Sobre a variável solos se destaca a ocorrência da associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23' com 32,89% e a associação Latossolo e Podzólico 'LEa14' com 13,25% que são consideradas a pior e a segunda pior classe respectivamente desta variável. Quanto aos tipos predominantes de vertentes, vale destacar a diminuição das piores classes e o aparecimento em 32,98% da classe 'Planícies'. Esta classe ocupa 8,32 Km² da BHCC e ocorre de modo disperso dentro da bacia (Quadro 33).

Quadro 33: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 5 de Fragilidade Potencial

CLASSE 5:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	26,27	46,72	24,07	2,62	0,28	0,02	0,02
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	38,60	59,99	1,34	0,07	0		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0,07	32,89	10,53	43,26	13,25		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	9,48	33,53	24,01	32,98			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	98,49	1,51					

A Figura 41 demonstra a espacialização da Classe 5 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

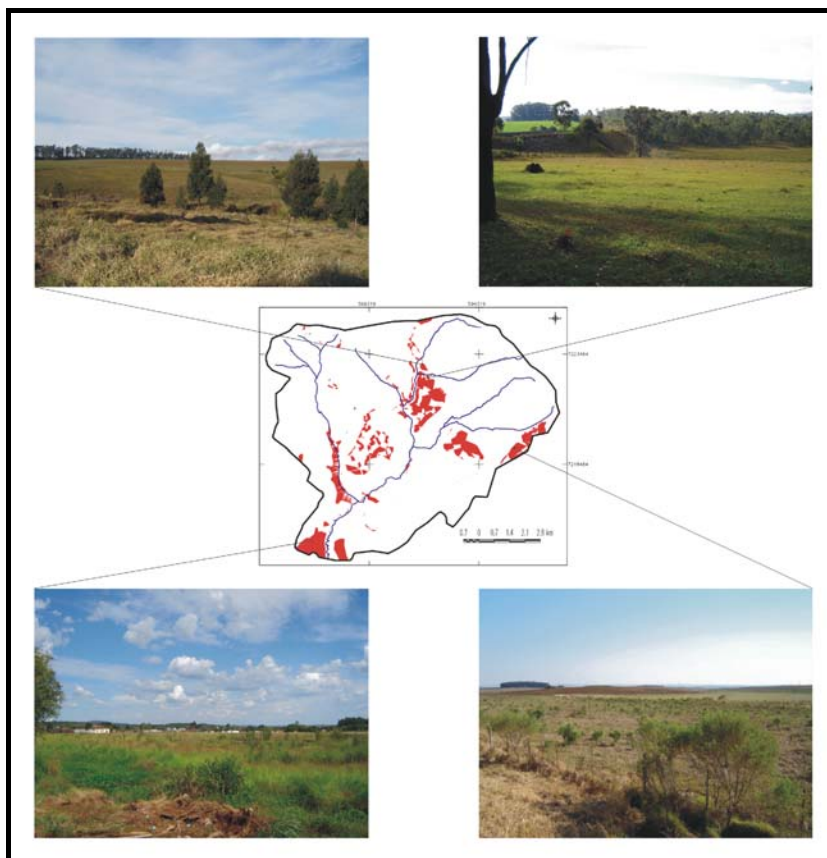


Figura 41: Classe 5 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '6' da BHCC

A Classe 6 é a que maior área possui em relação as demais, ocupando 19,15 Km² da BHCC e ocorre basicamente na parte Leste e em especial na parte Sudeste da bacia. O que chama a atenção é o fato da declividade nesta classe exercer menor influência, já que 86,31% da área encontra-se entre 0 e 6%. Porém outras variantes despontam como tendo maiores influências como a geologia, onde 63,15% da área estão sobre a 'Formação Furnas'. Quanto aos solos, 66,62% da área são ocupados pela associação Latossolo e Podzólico 'LEa14' e 9,01% pela associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23', as quais ocupam as posições de segunda e primeira piores classes respectivamente. Quanto as vertentes, em 52,23% da área predominam as classes 'Retilíneas' e 'Côncavas' e em 6,5% as 'Planícies', e num primeiro momento até então, aparece a classe '2' de erosividade da chuva com valor de 16,68% (Quadro 34).

Quadro 34: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 6 de Fragilidade Potencial

CLASSE 6:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	42,30	44,01	10,90	2,26	0,49	0,01	0,03
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	63,15	34,78	1,97	0	0,10		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0	9,01	0,18	24,19	66,62		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	28,76	23,47	41,27	6,50			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	83,32	16,68					

A Figura 42 demonstra a espacialização da Classe 6 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

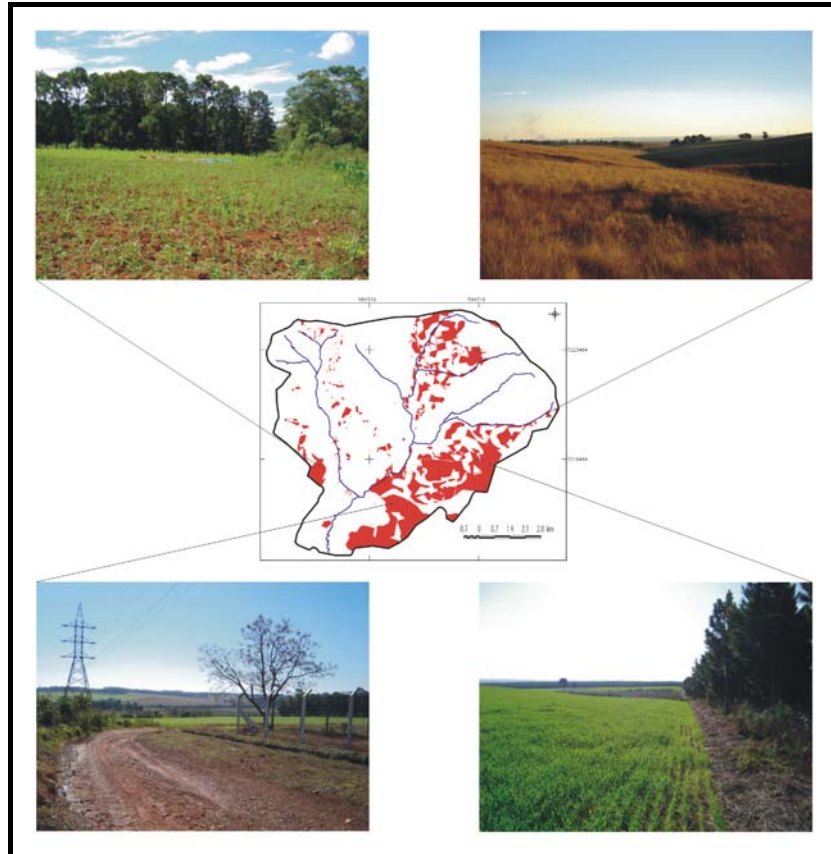


Figura 42: Classe 6 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '7' da BHCC

A Classe 7 é a que possui a segunda maior área estendendo-se por 18,95 Km². Possui uma declividade que se diferencia em relação a Classe 6 por apresentar uma diminuição das classes com menores declividades e um aumento na classe '6 a 12%' que ocupa 43,64% da área. Quanto a geologia, continua o predomínio da 'Formação Furnas' e a classe que se destaca é a de 'Depósitos Quaternários' a qual encontra-se quase que totalmente nesta Classe 7. Em conformidade com isso, 14,06% da área estão sobre os solos Hidromórficos 'HG2' e 14,93% sobre a classe de vertentes 'Planícies'. Ainda com relação aos solos é importante ressaltar a ocorrência de 43,96% na associação Latossolo e Podzólico 'LEa14' e 21,97% na associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23' caracterizando que a variável solos seja a de grande influência nesta classe. Aparecem ainda 56,47% da área ocupada pelas vertentes 'Retilíneas' e 'Côncavas' e 19,55% na classe '2' de erosividade da chuva (Quadro 35).

Quadro 35: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 7 de Fragilidade Potencial

CLASSE 7:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	36,19	17,70	43,64	2,08	0,31	0,06	0,02
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	52,26	31,66	1,95	14,10	0,03		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	14,06	21,97	3,33	16,68	43,96		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	25,40	31,07	28,60	14,93			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	80,45	19,55					

A Figura 43 demonstra a espacialização da Classe 7 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

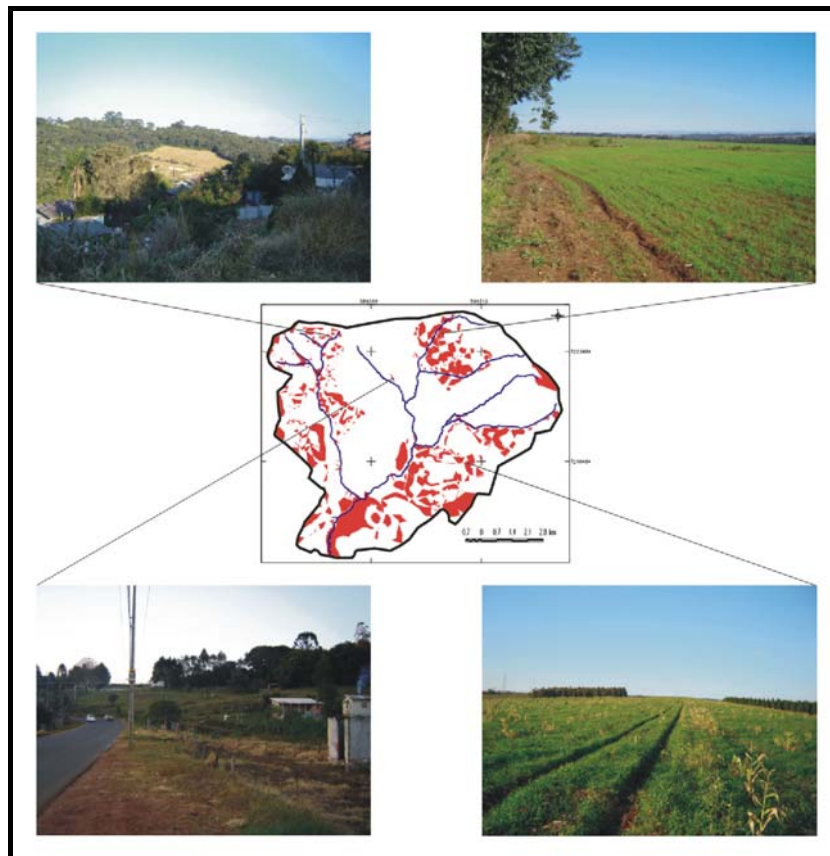


Figura 43: Classe 7 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '8' da BHCC

A Classe 8 ocupa 3,90 Km² da BHCC e distribui-se por vários pontos pela bacia. Para esta classe é importante destacar a presença da classe de declividade '12 a 20%' em 25,4% da área. Sobre a geologia a 'Formação Furnas' continua mantendo seu predomínio ocupando 51,29% da área. Quanto aos tipos de solos, destaca-se a associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23' com 44,37% e a associação Latossolo e Podzólico 'LEa14' com 41,6%. Para os tipos predominantes de vertentes há um aumento na classe 'Retilíneas' com 55,33% que somado com a classe 'Côncavas' com 31,13% totalizam 86,49% da área com as duas piores classes desta variável (Quadro 36).

Quadro 36: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 8 de Fragilidade Potencial

CLASSE 8:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	20,28	40,99	11,78	25,40	1,45	0,05	0,05
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	51,29	44,56	2,75	1,30	0,10		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	1,31	44,37	0,07	12,65	41,60		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	55,33	31,13	12,15	1,39			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	88,70	11,30					

A Figura 44 demonstra a espacialização da Classe 8 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

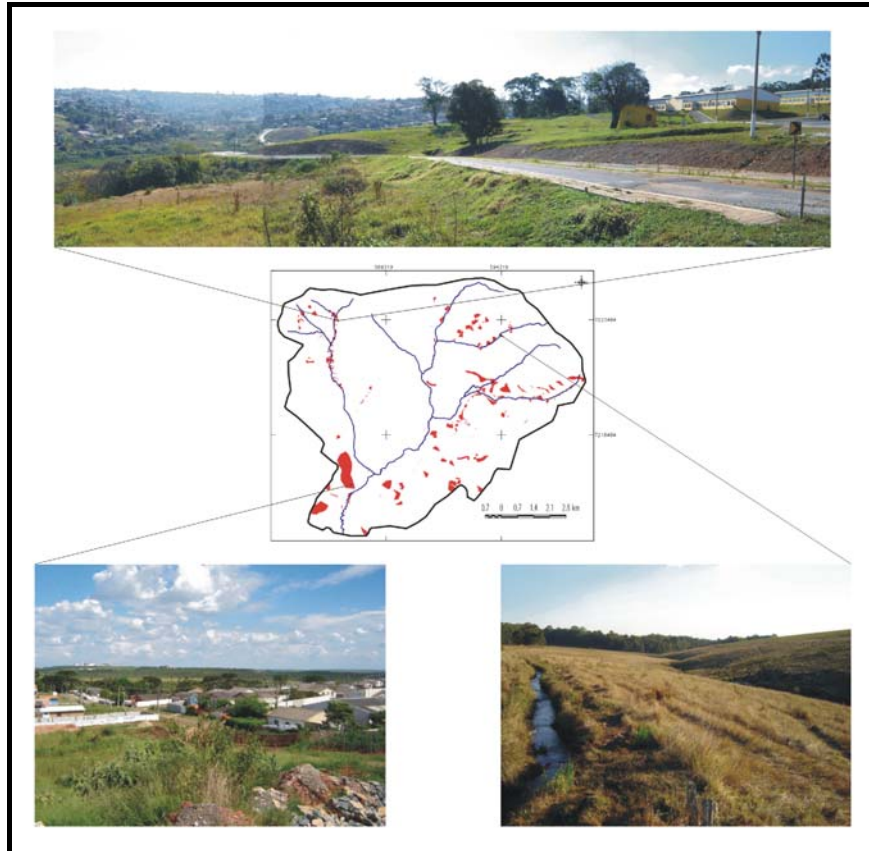


Figura 44: Classe 8 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '9' da BHCC

A Classe 9 possui uma área de 10,86 Km² e ocorre junto às cabeceiras do arroio Olarias, nas vertentes de sua margem direita e na parte Nordeste da bacia. Quanto a declividade, diferencia-se da Classe 8 por apresentar declividades mais brandas, mas destaca-se a classe '6 a 12%' com 45,4%. Para a geologia há uma inversão sendo que a 'Formação Ponta Grossa' passa a ocupar a maior parte desta classe com 60,51%. As maiores influências desta classe passam a ser então os solos já que 51,24% são recobertos pela associação Latossolo e Podzólico 'LEa14' e 47,62% pela associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23', assim como os tipos predominantes de vertentes que ocupam 70,44% e 22,9% as classes 'Côncavas' e 'Retilíneas' respectivamente. Ainda aparece 23,32% da área na classe '2' de erosividade da chuva (Quadro 37).

Quadro 37: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 9 de Fragilidade Potencial

CLASSE 9:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	40,23	7,94	45,40	6,16	0,20	0,04	0,03
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	35,69	60,51	3,73	0,04	0,03		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0,01	47,62	1,04	0,09	51,24		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	22,90	70,44	6,44	0,22			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	76,68	23,32					

A Figura 45 demonstra a espacialização da Classe 9 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

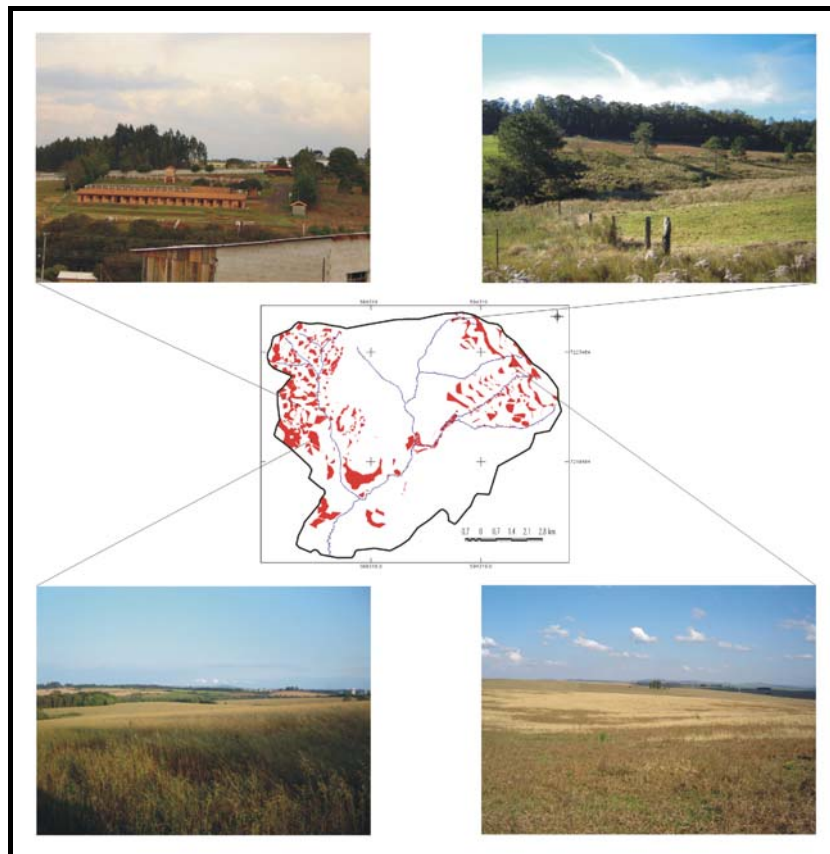


Figura 45: Classe 9 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '10' da BHCC

A Classe 10 possui uma área de 7,97 Km² e ocorre principalmente na parte Leste da bacia. Nesta classe desaparece quase que totalmente a classe de declividade '0 a 2%' apesar da classe '2 a 6%' ser bem representativa com 61,7%. Porém a classe '6 a 12%' ocupa 23,82% e a classe '12 a 20%' 12,35%. A geologia volta a ser dominada pela 'Formação Furnas' em 77,22% da área exercendo assim influência nesta classe. Nos solos há uma supremacia da associação Latossolo e Podzólico 'LEa14' em 76,65% seguida da associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23' com 22,38%. Quanto aos tipos predominantes de vertentes revela-se o predomínio da classe 'Côncavas' com 88,14% seguida pela classe 'Retilíneas' com 8,34%. Para a erosividade da chuva a classe '2' aparece em 49,05% da área (Quadro 38).

Quadro 38: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 10 de Fragilidade Potencial

CLASSE 10:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	1,45	61,70	23,82	12,35	0,63	0,03	0,02
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	77,22	21,82	0,01	0,90	0,05		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0,90	22,38	0	0,07	76,65		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	8,34	88,14	2,61	0,91			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	50,95	49,05					

A Figura 46 demonstra a espacialização da Classe 10 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

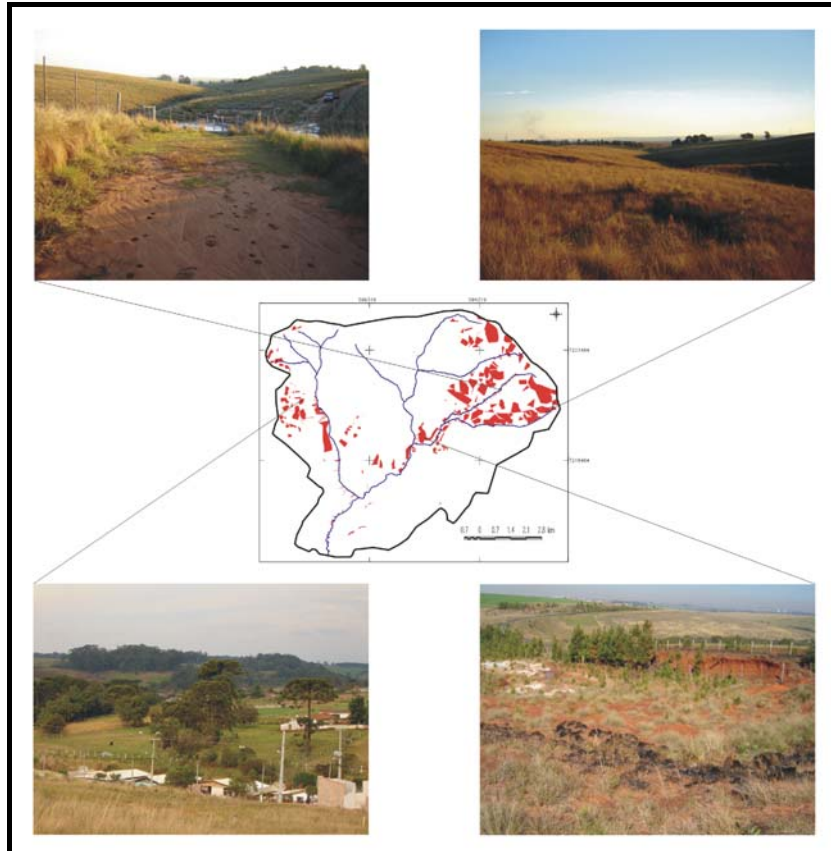


Figura 46: Classe 10 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '11' da BHCC

A Classe 11 tem uma área de 4,39 Km² e ocorre principalmente no vale do arroio Olarias. Nesta classe há um aumento das médias de declividade. A classe '6 a 12%' passa a ocupar 50,99% e a classe '12 a 20%' ocupando 34,09%, aparecendo também a classe '20 a 30%' ocupando 1,84% da área. A geologia é formada principalmente pela 'Formação Ponta Grossa' em 86,36%. Quanto ao solo, 99,06% desta classe são formados pela associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23'. Para as formas predominantes de vertentes, 62,57% estão na classe 'Côncavas' e 35,76 na classe 'Retilíneas', totalizando 98,33% da área desta classe com as piores classes desta variável (Quadro 39).

Quadro 39: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 11 de Fragilidade Potencial

CLASSE 11:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	11,76	1,24	50,99	34,09	1,84	0,06	0,02
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	11,26	86,36	1,58	0,76	0,04		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0,76	99,06	0	0,04	0,14		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	35,76	62,57	1,61	0,06			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	99,96	0,04					

A Figura 47 demonstra a espacialização da Classe 11 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.



Figura 47: Classe 11 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '12' da BHCC

A Classe 12 possui uma área de 6,84 Km² e distribui-se principalmente na parte Leste da bacia. Apresenta um aumento relativo a Classe 11 quanto a declividade na classe '6 a 12%' a qual ocupa 75,41% da área. Apresenta um declínio da classe '12 a 20%' que passa para 10,33% e um acréscimo também da classe '20 a 30%' que chega a 3,38%. A geologia altera-se completamente se comparada a Classe 11 já que 94,27% da área estão sobre a 'Formação Furnas'. Nos solos também há uma alteração onde a associação Latossolo Podzólico 'LEa14' assume 75,55% da área enquanto a associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23' passa a ter 23,33%. De qualquer forma, as duas piores classes desta variável caracterizam esta classe. Para as formas predominantes de vertentes, 93,88% estão na classe 'Côncavas', o que também demonstra a influência desta variável na Classe 12 (Quadro 40).

Quadro 40: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 12 de Fragilidade Potencial

CLASSE 12:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	0,79	10,01	75,41	10,33	3,38	0,04	0,04
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	94,27	2,01	3,28	0,31	0,13		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0,31	23,33	0	0,81	75,55		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	3,66	93,88	2,36	0,10			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	28,63	71,37					

A Figura 48 demonstra a espacialização da Classe 12 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

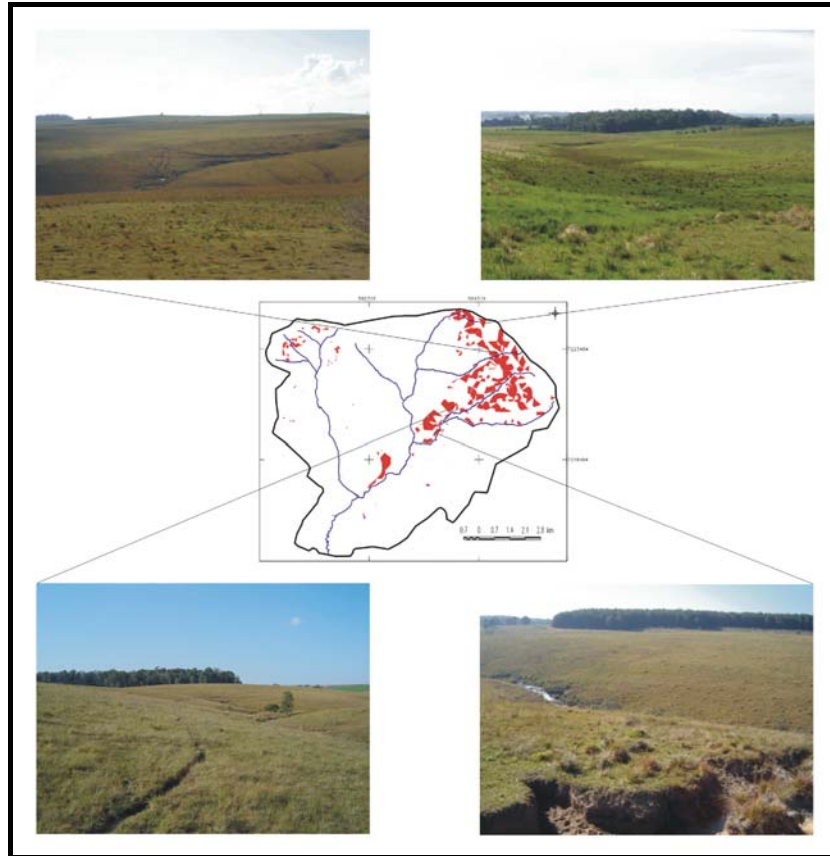


Figura 48: Classe 12 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe de Fragilidade Potencial '13' da BHCC

A Classe 13, a qual é considerada como sendo a pior classe no que se refere a riscos a processos erosivos, ocorre em 3,29 Km² da BHCC distribuindo-se nas cabeceiras do arroio Olarias, na margem esquerda do mesmo arroio, e em alguns vales de afluentes do rio Cará-Cará. Apresenta-se como a área que maiores declividades possui. Somente 3,1% da área encontra-se no intervalo de 0 a 12%. A classe de '12 a 20%' ocupa 46,39%, a classe '20 a 30%' ocupa 39,66%. A classe '30 a 45%', que até então não havia tido representatividade nas demais classes aparece ocupando 9,21%, e a classe 'Maior que 45%' ocupa 1,64% da área da Classe 13, classe esta que detém quase que totalmente esta variação de declividade. Quanto a geologia existe uma diversificada variação de classes sendo que a 'Formação Ponta Grossa' aparece na maior parte com 56,86% da área, a 'Formação Furnas' com 30,23% e a 'Formação Serra Geral' com 12,15%. Para a variável solos, as piores classes predominam. A associação Cambissolo e Podzólico 'Ca23' em 71,01% e a associação Latossolo Podzólico 'LEa14' em 27,75% da área, o que demonstra a

grande influência desta variável. Quanto aos tipos predominantes de vertentes, 67,55% são ocupados pelas vertentes 'Côncavas' e 28,38% pelas 'Retilíneas'. Ainda para a erosividade da chuva, há a ocorrência da classe '2' em 21,66% da área da Classe 13 (Quadro 41).

Quadro 41: Percentual de cada classe das variáveis em análise para a Classe 13 de Fragilidade Potencial

CLASSE 13:							
DECLIVIDADE	0 a 2%	2 a 6%	6 a 12%	12 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Maior que 45%
	1,22	0,57	1,31	46,39	39,66	9,21	1,64
GEOLOGIA	F. Furnas	F. Ponta Grossa	F. Serra Geral	Depósitos Quaternários	Falhas Aproximadas		
	30,23	56,86	12,15	0,62	0,14		
SOLOS	HG2	Ca23	LEa9	LEa8	LEa14		
	0,62	71,01	0,16	0,46	27,75		
VERTENTES	Retilíneas	Côncavas	Convexas	Planícies			
	28,38	67,55	2,45	1,62			
EROSIVIDADE	Classe 1	Classe 2					
	78,34	21,66					

A Figura 49 demonstra a espacialização da Classe 13 de Fragilidade Potencial da BHCC, assim como alguns registros fotográficos em pontos específicos para visualização de algumas características da classe em questão.

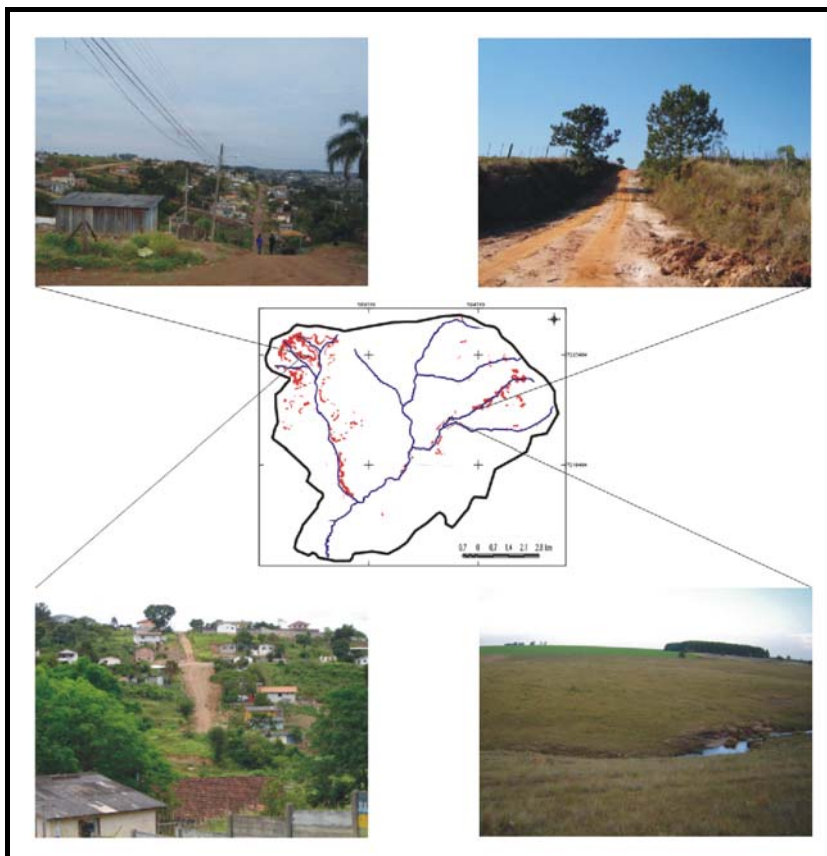


Figura 49: Classe 13 – Espacialização e registros fotográficos
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Após analisadas as 13 Classes de Fragilidade Potencial da BHCC, estas foram agrupadas conforme a proposta de Ross (1990). Para tanto foi estabelecida a seguinte correlação conforme segue no Quadro 42 e demonstra a Figura 50.

Quadro 42: Reclassificação das Classes de Fragilidade Potencial da BHCC

Instabilidade Potencial (ROSS, 1990)	Classes de Fragilidade Potencial da BHCC	Área Km ²
Muito Fraca	1 e 2	8,54
Fraca	3, 4 e 5	18,29
Média	6, 7 e 8	42
Forte	9, 10 e 11	23,22
Muito Forte	12 e 13	10,13

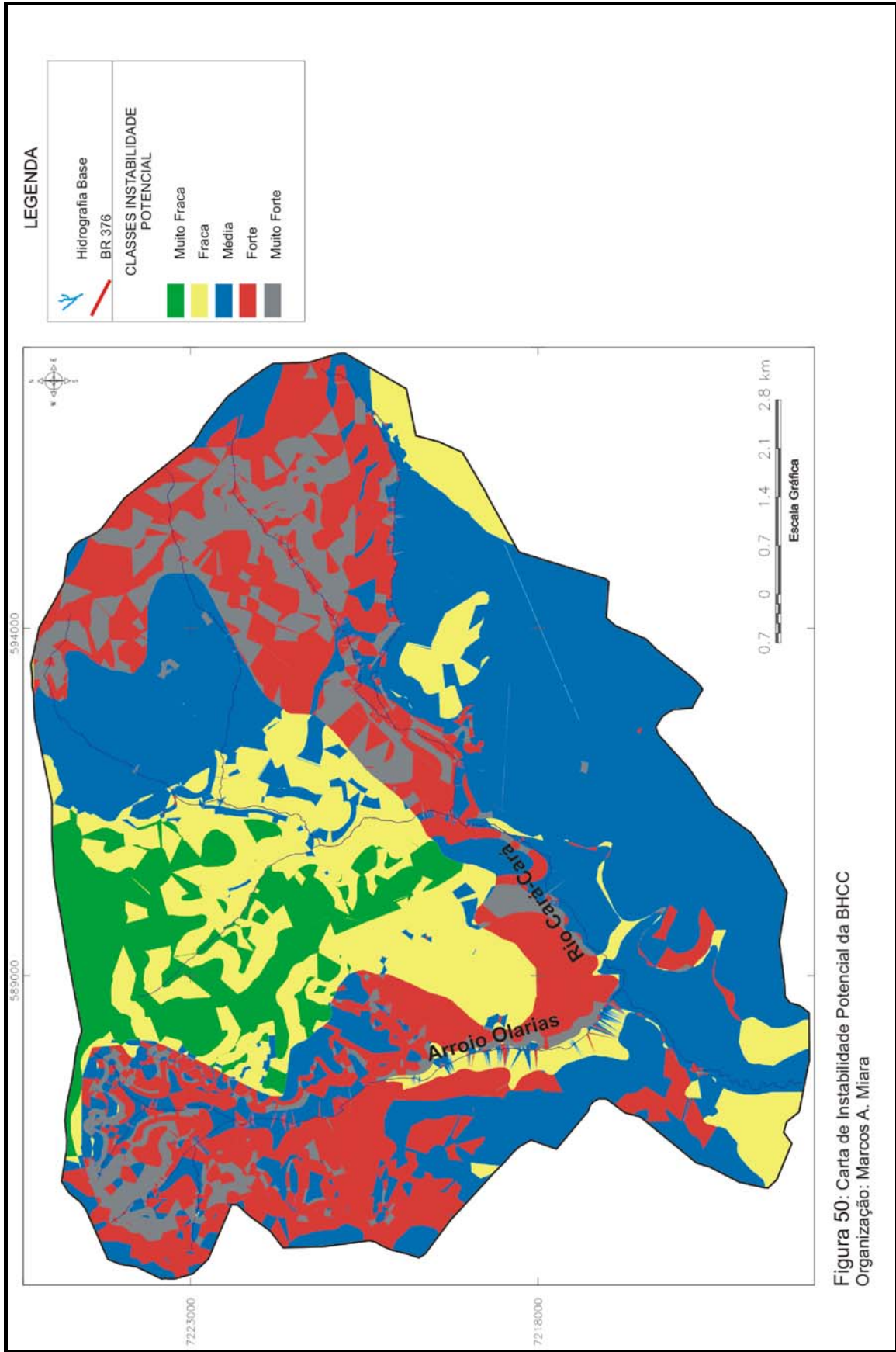


Figura 50: Carta de Instabilidade Potencial da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

7 FRAGILIDADE EMERGENTE DA BHCC

As etapas realizadas nesta fase da pesquisa estão demonstradas resumidamente na Figura 51.

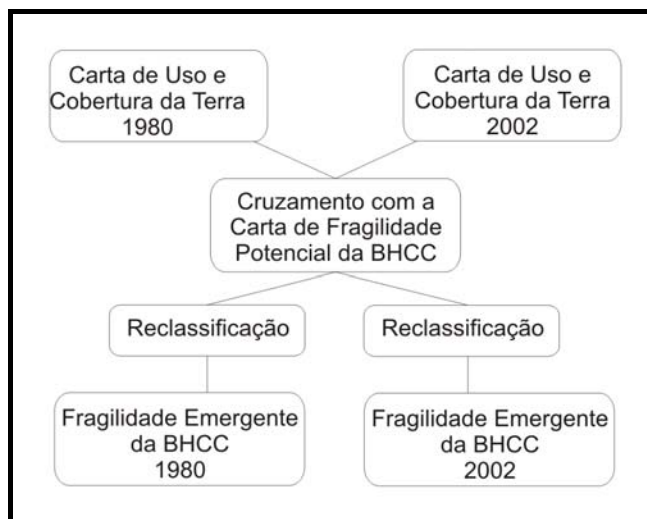


Figura 51: Fluxograma de atividades

7.1 ALTERAÇÕES NA COBERTURA E USO DA TERRA DA BHCC

As classes de uso e cobertura da terra da BHCC em 1980 e em 2002, estão mapeadas e representadas nas Figuras 52 e 53. A dinâmica de ocupação da BHCC durante estes períodos é clara pela variação das áreas de cada tipo de cobertura. Nota-se num primeiro momento que classes como “Herbáceas”, “Campo” e “Capões”, as quais subentendem não apresentar usos diretos, representavam em 1980 cerca de 52% da bacia, enquanto que em 2002 este percentual caiu para cerca de 34% da área, demonstrando assim a diminuição de áreas que não possuíam usos diretos em cerca de 34%. Porém, é importante ressaltar que a classe “Herbáceas” no ano de 1980 pode estar associada a áreas de pastagem, fato este que diminuiria esta diferença (Quadro 43).

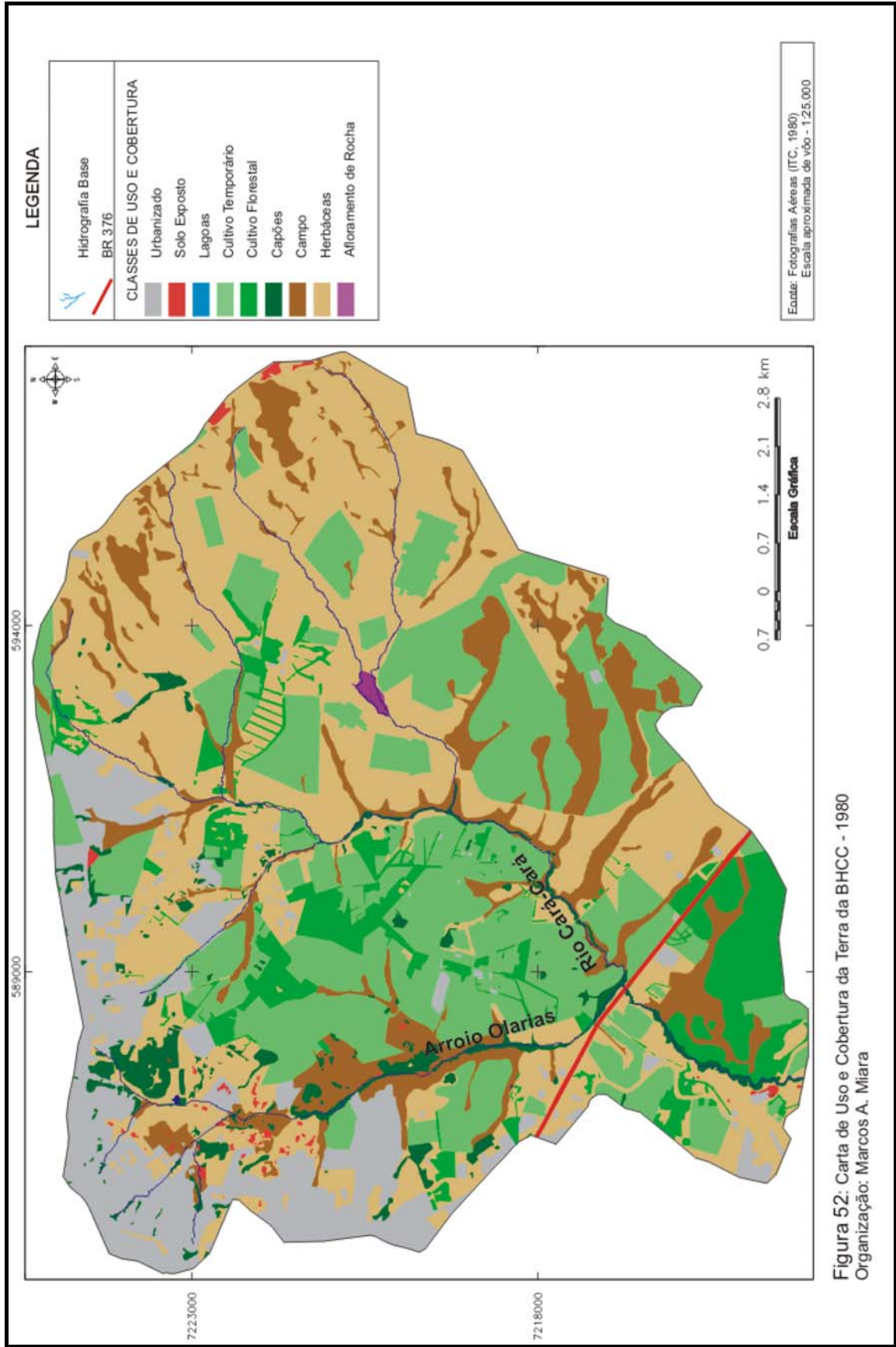


Figura 52: Carta de Uso e Cobertura da Terra da BHCC - 1980
Organização: Marcos A. Miara

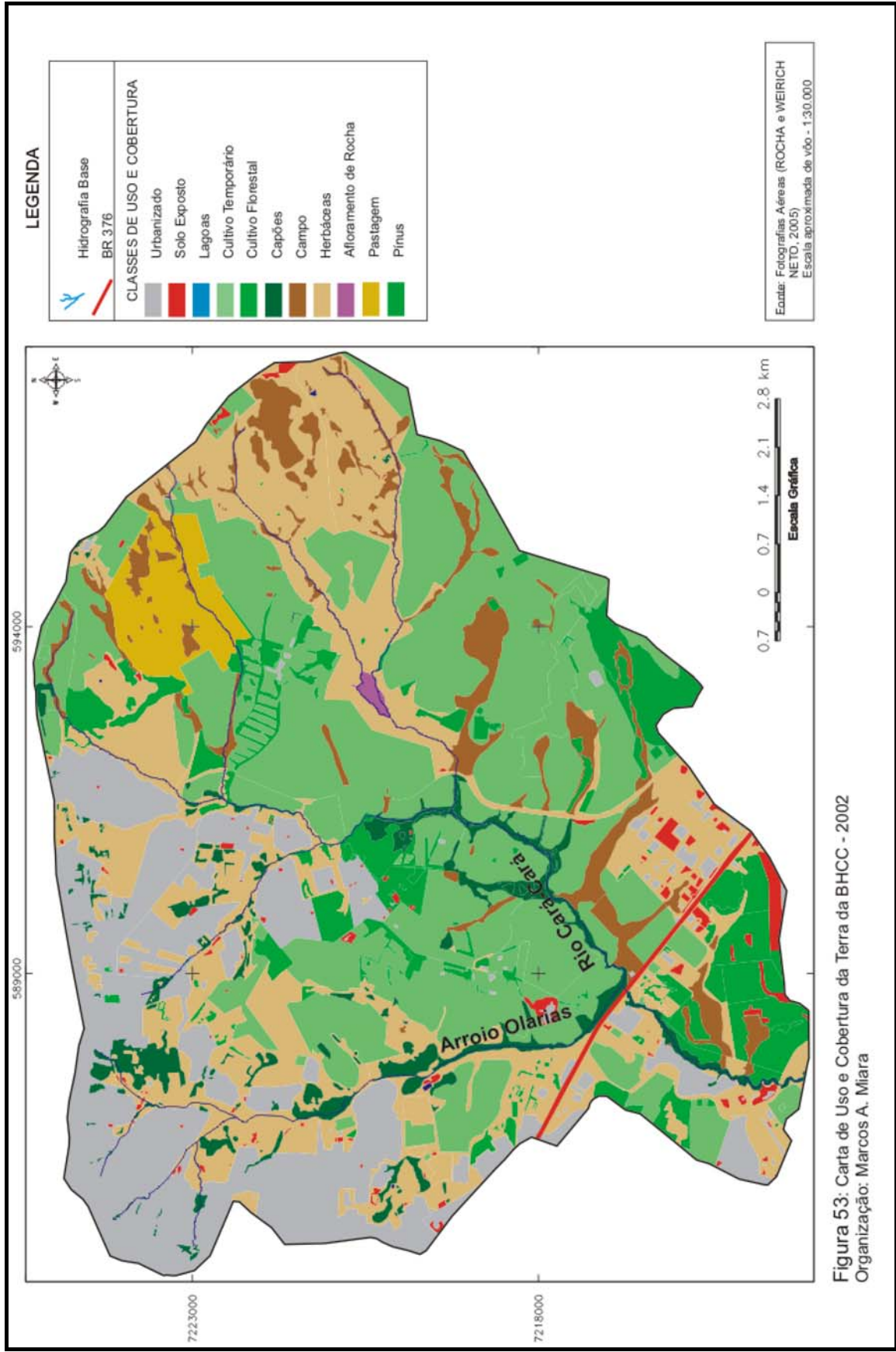


Figura 53: Carta de Uso e Cobertura da Terra da BHCC - 2002
Organização: Marcos A. Miara

Ao mesmo tempo, pode ser observado que as classes de uso que caracterizam as atividades rurais como “Cultivo Temporário”, “Cultivo Florestal”, “Pínus” e “Pastagem” ocupavam em 1980 cerca de 35% da área da BHCC, enquanto que em 2002 as mesmas classes representavam cerca de 45% da BHCC, demonstrando um aumento em cerca de 28%.

Com relação as áreas urbanizadas que em 1980 possuíam um total de área de 12,23 Km² ocupando 11,9% da BHCC, e que em 2002 possuíam um total de área de 18,66 Km² representando 18,2% da BHCC, nota-se um aumento desta classe em cerca de 52%. Esta variação ocorreu em especial pela substituição de 4,97 Km² da classe “Herbáceas”, de 1,32 Km² da classe “Cultivo Temporário”, de 0,79 Km² da classe “Cultivo Florestal” e de 0,51 Km² da classe “Campo”.

Assim, de modo geral, pode-se dizer que houve uma diminuição das áreas com maior grau de proteção do solo em cerca de 34%, e que aumentaram as áreas com características rurais em cerca de 28% e as áreas urbanas em 52%, ou seja, que houve uma intensificação de uso da terra da BHCC (Figura 54).

Há que se considerar ainda alguns aspectos interessantes como o aumento da classe “Solo Exposto” em mais de 240% no ano de 2002. Em 1980 esta classe encontrava-se principalmente próxima as áreas urbanizadas em especial nas cabeceiras do arroio Olarias. Em 2002 a mesma classe apresenta-se dispersa pela bacia, mas principalmente na área industrial e em diversos pontos próximos as áreas urbanizadas (Figura 54).

A classe “Cultivo Temporário” sofreu um aumento de 24,03%, demonstrando que esta foi a classe que menor crescimento percentual apresentou durante este período dentro da BHCC, sendo menor inclusive que a classe “Capões”. Porém, apesar da menor taxa percentual de crescimento, a classe “Cultivo Temporário” é a que ocupa a maior porção territorial dentro da BHCC, indicando assim, uma característica de uso da bacia. A classe “Capões” apresentou um aumento de 32,13% de área. Este aumento se deu principalmente pela substituição das classes “Campo” em 0,89 Km² e “Herbáceas” em 0,88 Km². Este fato pode estar associado a uma melhor aplicação da legislação ambiental neste período que coibiu de certa forma a extração deste tipo de cobertura.

Com relação a classe “Campo” é relevante destacar sua diminuição em mais de 55%. Considerando que são áreas próximas a canais de drenagem e que possuem um papel ambiental importante, nota-se um aspecto negativo e

preocupante quanto a substituição desta classe de cobertura da terra. Esta classe foi substituída principalmente pela classe “Herbáceas” em 3,13 Km² o que pode indicar o uso destas áreas para pastagem. Foi substituída em 2,04 Km² pela classe “Cultivo Temporário”, em 0,55 Km² por “Cultivo Florestal”, em 0,63 Km² por “Pínus”, e em 0,15 Km² por “Pastagem”. Assim, pode-se considerar que a grande perda da classe “Campo” se deu pelo incremento de atividades principalmente no meio rural (Figura 54).

As classes de uso e cobertura da terra consideradas estão representadas no Quadro 43. Os dados apresentam as áreas totais de cada tipo de cobertura do solo nos dois períodos de análise, assim como o percentual de área da BHCC que cada classe representava em cada período.

Quadro 43: Classes de cobertura e uso da terra da BHCC e suas respectivas áreas nos anos de 1980 e 2002

CLASSES DE USO	1980 Km²	1980 % de Área da BHCC	2002 Km²	2002 % de Área da BHCC
Urbanizado	12,23	11,97	18,66	18,26
Solo Exposto	0,36	0,35	1,23	1,20
Lagoa	0,01	0,01	0,01	0,01
Cultivo Temporário	27,97	27,37	34,69	33,94
Cultivo Florestal	7,87	7,70	7,56	7,39
Herbáceas	38,27	37,45	25,72	25,17
Campo	11,96	11,70	5,30	5,18
Capões	3,33	3,25	4,40	4,30
Afloramentos de Rocha	0,15	0,14	0,15	0,14
Pínus	0	0	1,65	1,61
Pastagem	0	0	2,73	2,67

A Figura 54 demonstra graficamente as variações percentuais de cada uma das classes de uso e cobertura da terra da BHCC entre os anos de 1980 e de 2002.

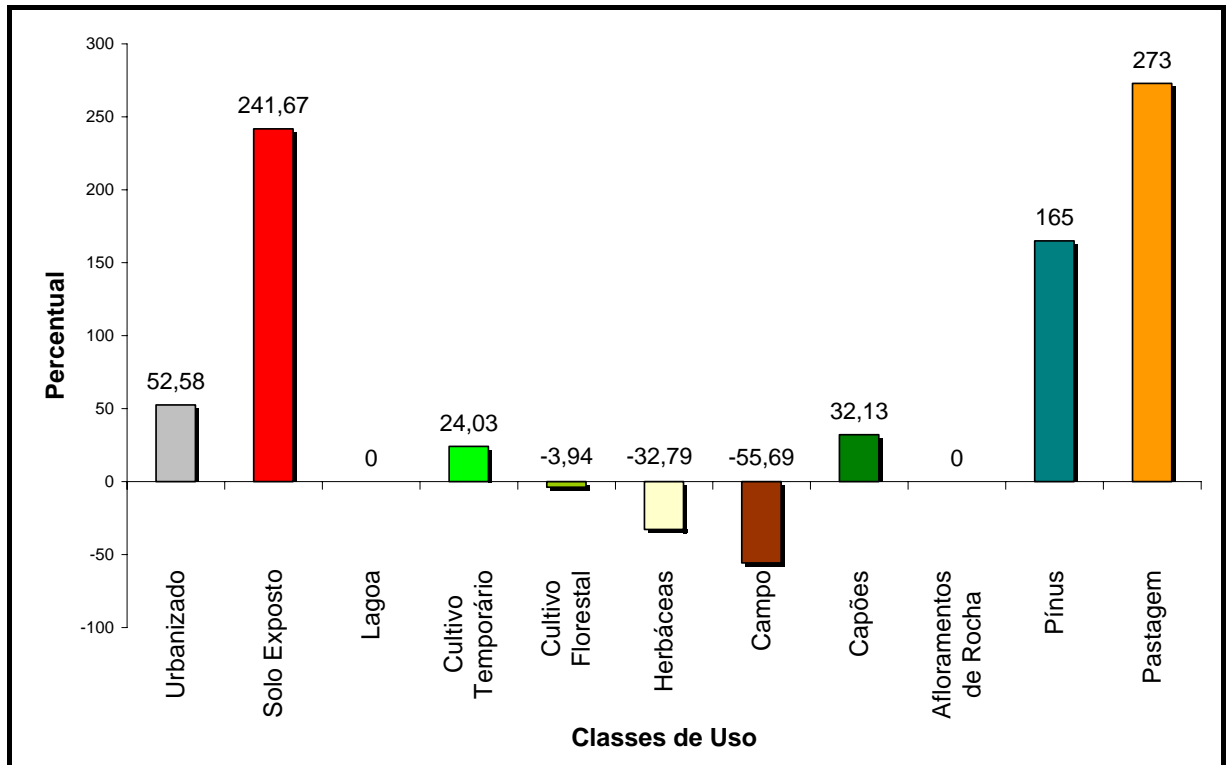


Figura 54: Gráfico da variação percentual das classes de uso da terra da BHCC
Organização: Marcos A. Miara

7.2 FRAGILIDADE EMERGENTE DA BHCC

Ross (1994) considera que além das informações a respeito das condições físicas de um ambiente, são importantes também os levantamentos dos tipos de uso da terra, as práticas de manejo dos solos e que, quando estes tratados integradamente, possibilitam chegar a um diagnóstico de diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. Para ele, o meio antrópico é parte fundamental no entendimento do processo de análise do espaço, sendo que para isso é imprescindível a análise das relações sócio-econômicas entre os homens e as relações destes com a natureza.

Cada modalidade de uso implica impactos ao ambiente de forma diferenciada. Com relação aos processos erosivos, o que se nota é sua intensificação conforme a capacidade de cada uso em alterar o ambiente e proporcionar situações que favoreçam a erosão. Isto se dá pela impermeabilização ou pela diminuição da capacidade de absorção da água pelo solo, pela exposição do solo retirando totalmente ou diminuindo sua proteção natural, pela concentração de águas por obras e estruturas, entre outros fatores.

Considerando estas colocações, assim como pelo reconhecimento da área em estudo observado em campo, foi estipulada uma variação hierárquica para os usos identificados na BHCC nos dois períodos de análise, já descritos anteriormente no sub-capítulo '3.8.1', que está demonstrada no Quadro 44.

Quadro 44: Graus de proteção do solo definidos para as classes de uso e cobertura da terra da BHCC

Categoria Hierárquica - Graus de Proteção	Valor	Classes de Uso e Cobertura da Terra da BHCC
Muito Alta	1	Capões, Campo e Lagoas
Alta	2	Herbáceas
Média	3	Cultivo Florestal, Pínus e Pastagens
Baixa	4	Cultivo Temporário e Afloramentos de Rocha
Muito Baixa a Nula	5	Urbanizado e Solo Exposto

Considerando estas classificações, foram definidos os valores que representam hierarquicamente os diferentes níveis de proteção ao solo para cada tipo de uso e cobertura da terra da BHCC. Então, os mapeamentos de uso da terra de cada ano foram re-classificados pelo módulo *Reclass* do *software* Idrisi 32 v.132.01 para esta nova variação de valores (Figura 55). As classes definidas com suas respectivas áreas em cada um dos períodos estão no Quadro 45, assim como a variação percentual de área ocorrida nos 22 anos para cada uma das classes. Nota-se claramente um decréscimo acentuado entre as classes que mais ofereciam proteção ao solo neste período de análise, ou seja, nas classes de uso e cobertura da terra 'Capões', 'Campo', 'Lagoas' e 'Herbáceas'. Por outro lado, há um aumento, também acentuado, nas classes que menor proteção ao solo oferecem.

A 'Classe Hierárquica 5', representada pelas classes de uso 'Urbanizado' e 'Solo Exposto', foi a que maior aumento percentual apresentou, seguida da 'Classe 3' e posteriormente pela 'Classe 4' (Quadro 45). De uma forma geral, pode-se dizer que a BHCC durante estes 22 anos, sofreu alterações em suas classes de uso e cobertura da terra que ocasionaram uma diminuição dos níveis de proteção do solo em relação aos processos erosivos, conforme os critérios utilizados neste trabalho.

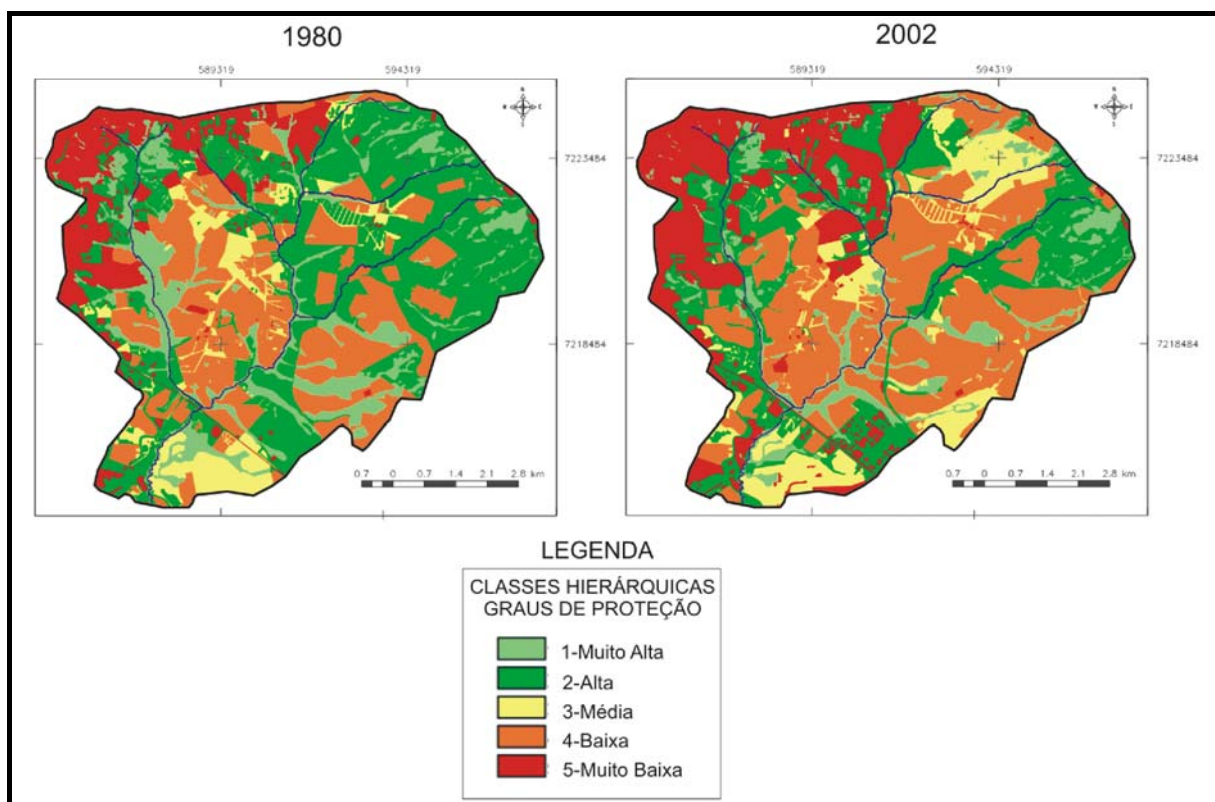


Figura 55: Classes hierárquicas de proteção ao solo nos anos de 1980 e 2002
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Quadro 45: Classes hierárquicas de proteção ao solo em cada ano, suas respectivas áreas, e suas variações percentuais

Classes Hierárquicas	1980 (Km ²)	2002 (Km ²)	Variação Percentual
1	15,36	10,36	-35,5%
2	38,27	25,15	-34,2%
3	7,87	11,87	+50,8%
4	28,12	34,85	+23,9%
5	12,56	19,95	+58,8%

Para a elaboração do mapa de Fragilidade Emergente da BHCC foram cruzados o mapa de Fragilidade Potencial (Figura 36) e os mapas de uso e cobertura da terra re-classificados nestas novas classes hierárquicas de níveis de proteção do solo referentes a cada ano de análise (Figura 55), e, para tanto, foi utilizado o módulo *Crosstab* do *software* Idrisi 32 v.132.01. A relação das combinações do cruzamento da Fragilidade Potencial com as classes hierárquicas de níveis de proteção do solo de cada ano, assim como os novos valores atribuídos a estas combinações, segue descrito no Quadros 46.

O resultado foi a obtenção de dois mapas com um número de '15' classes que representam de forma crescente os níveis de Fragilidade Emergente da BHCC nos anos de 1980 e 2002 (Figuras 56 e 57).

Quadro 46: RECLASSIFICAÇÃO – Novas classes atribuídas pelo cruzamento entre o mapa de Fragilidade Potencial e as classes hierárquicas de proteção ao solo dos anos de 1980 e 2002

Combinações F.P. - Usos	Novos Valores	Combinações F.P. - Usos	Novos Valores	Combinações F.P. - Usos	Novos Valores
0 - 0	0	9 - 2	4	5 - 4	7
1 - 1	1	10 - 2	5	6 - 4	7
2 - 1	1	11 - 2	6	7 - 4	8
3 - 1	1	12 - 2	7	8 - 4	8
4 - 1	1	13 - 2	8	9 - 4	9
5 - 1	2	1 - 3	2	10 - 4	10
6 - 1	2	2 - 3	3	11 - 4	11
7 - 1	3	3 - 3	3	12 - 4	12
8 - 1	3	4 - 3	4	13 - 4	12
9 - 1	4	5 - 3	4	1 - 5	8
10 - 1	4	6 - 3	5	2 - 5	8
11 - 1	5	7 - 3	5	3 - 5	9
12 - 1	6	8 - 3	6	4 - 5	9
13 - 1	6	9 - 3	6	5 - 5	10
1 - 2	1	10 - 3	7	6 - 5	10
2 - 2	1	11 - 3	8	7 - 5	11
3 - 2	1	12 - 3	9	8 - 5	12
4 - 2	2	13 - 3	9	9 - 5	13
5 - 2	2	1 - 4	5	10 - 5	14
6 - 2	3	2 - 4	5	11 - 5	14
7 - 2	3	3 - 4	6	12 - 5	15
8 - 2	4	4 - 4	6	13 - 5	15

Obs:
F. P. = Fragilidade Potencial da BHCC;
Usos = Classes hierárquicas de proteção ao solo.

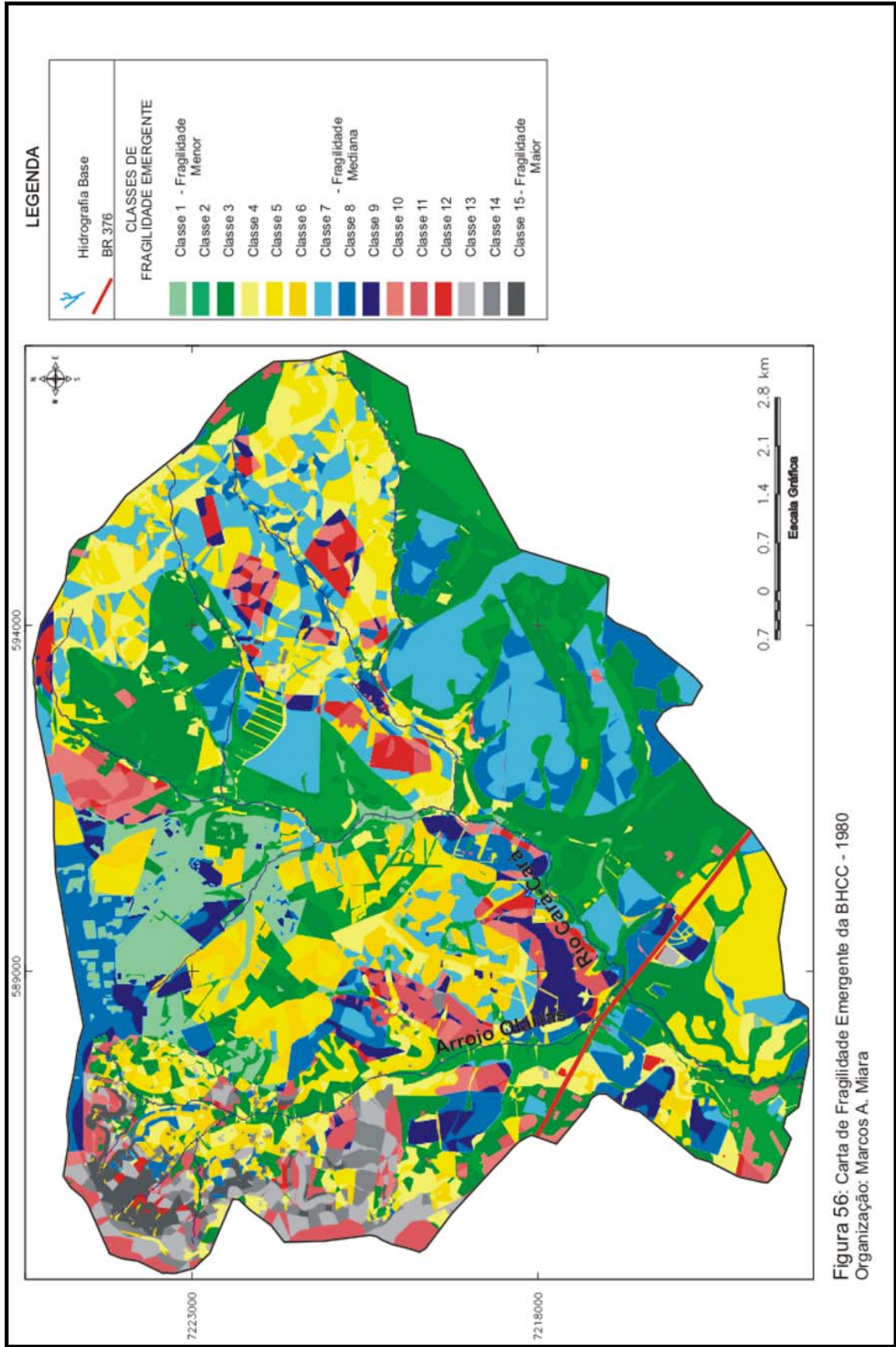


Figura 56: Carta de Fragilidade Emergente da BHCC - 1980
Organização: Marcos A. Miara

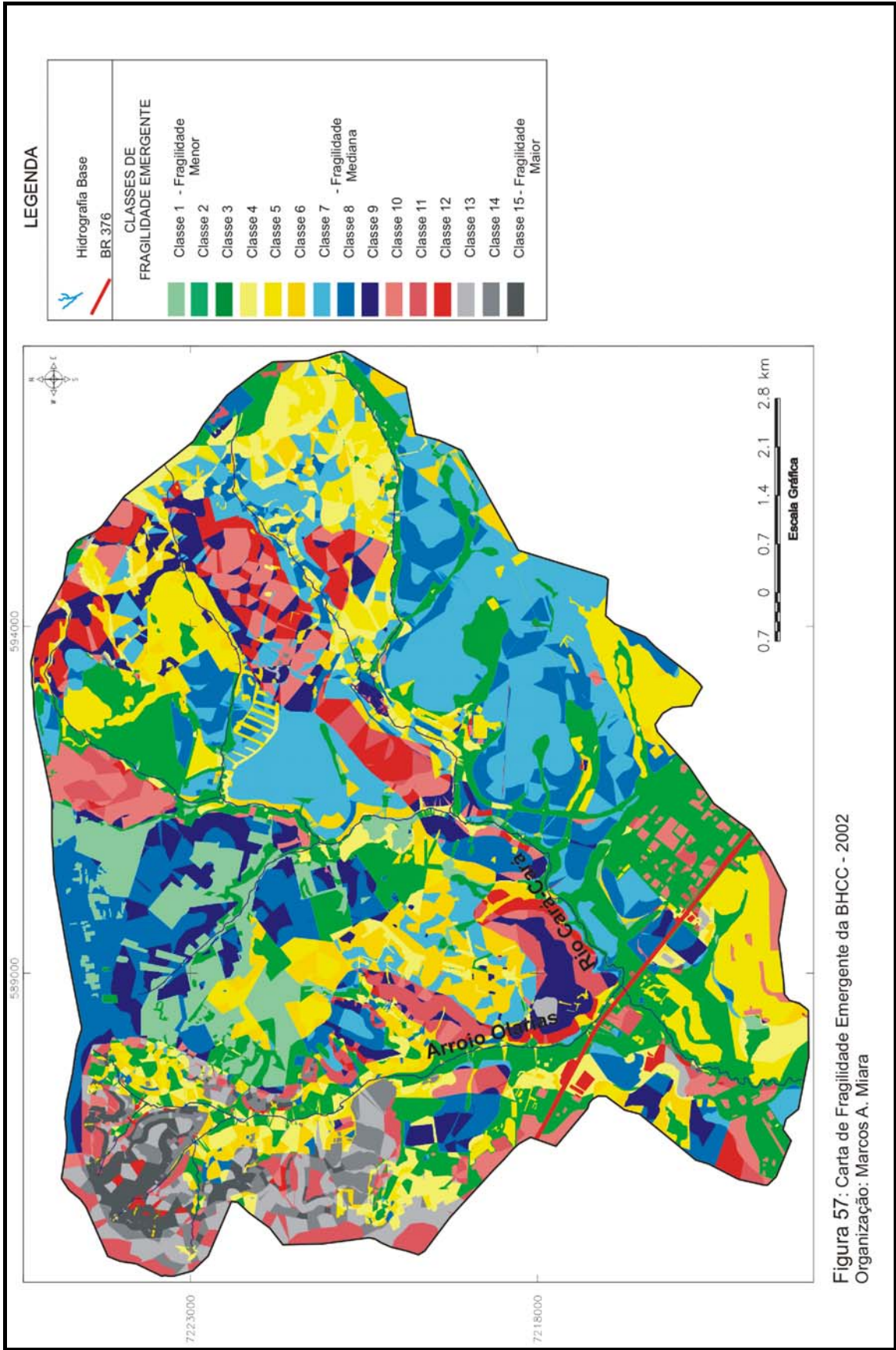


Figura 57: Carta de Fragilidade Emergente da BHCC - 2002
Organização: Marcos A. Miara

Para uma avaliação prévia das variações de níveis de Fragilidade Emergente da BHCC nos anos de 1980 e 2002, foram quantificadas as áreas de cada classe em cada período, e estão demonstradas no Quadro 47.

De uma forma geral, pode-se afirmar que houve um decréscimo das classes mais baixas de Fragilidade Emergente, e um aumento nas classes com valores maiores. A classe '1' porém, aumentou, o que pode estar associado ao aumento também da classe de uso e cobertura da terra 'Capões'. As maiores diminuições, acima de 40%, encontram-se nas classes '2 e 3'. A partir da classe '7' há um aumento em todas as demais que a sucedem.

Estes valores indicam que durante estes 22 anos de análise houve um aumento nos níveis de Fragilidade Emergente o que indica que a substituição de usos da terra da BHCC proporcionou um potencial maior a processos erosivos e desgastes ambientais na bacia.

Quadro 47: Áreas das classes de Fragilidade Emergente da BHCC e suas variações percentuais entre os anos de 1980 e 2002

Classes de F.E.	1980 - Área (Km ²)	2002 - Área (Km ²)	Variação Percentual
1	4,92	5,12	+4%
2	9,71	5,60	-42%
3	19,14	11,41	-40,3%
4	9,39	7,37	-21,5%
5	11,63	10,40	-10,5%
6	6,90	6,76	-2%
7	13,12	15,18	+15,7%
8	9,57	12,66	+32,2%
9	3,98	6,86	+72,3%
10	2,96	5,82	+96,6%
11	3,80	4,63	+21,8%
12	1,84	3,66	+98,9%
13	2,32	2,95	+27,1%
14	1,56	2,01	+28,8%
15	1,25	1,68	+34,4%

Obs:
F.E. = Fragilidade Emergente da BHCC.

As 15 Classes de Fragilidade Emergente da BHCC para cada ano possibilitam uma análise detalhada sobre os efeitos dos diferentes tipos de uso e cobertura da terra com relação aos processos erosivos. Porém, uma dificuldade vislumbrada foi que, para a avaliação espacial das classes, é preciso fazê-lo em meio digital, já que as classes possuem uma distribuição mais irregular se encontrando 'pulverizadas' pela bacia, ou seja, não se encontram concentradas

como se deu com as classes de Fragilidade Potencial. Assim, as 15 classes de Fragilidade Emergente foram agrupadas conforme a proposta de Ross (1990), e para tanto, foi estabelecida a seguinte correlação conforme segue no Quadro 48, resultando nas Cartas de Instabilidade Emergente da BHCC para os anos de 1980 e de 2002, representadas pelas Figuras 58 e 59 respectivamente.

Quadro 48: Reclassificação das Classes de Fragilidade Emergente da BHCC

Instabilidade Emergente (ROSS, 1990)	Classes de Fragilidade Emergente da BHCC	1980 - Área Km ²	2002 - Área Km ²	Variação Percentual
Muito Fraca	1, 2 e 3	33,78	22,15	-34,42%
Fraca	4, 5 e 6	27,93	24,54	-12,13%
Média	7, 8 e 9	26,68	34,71	+30,1%
Forte	10, 11 e 12	8,61	14,12	+64%
Muito Forte	13, 14 e 15	5,18	6,66	+28,57%

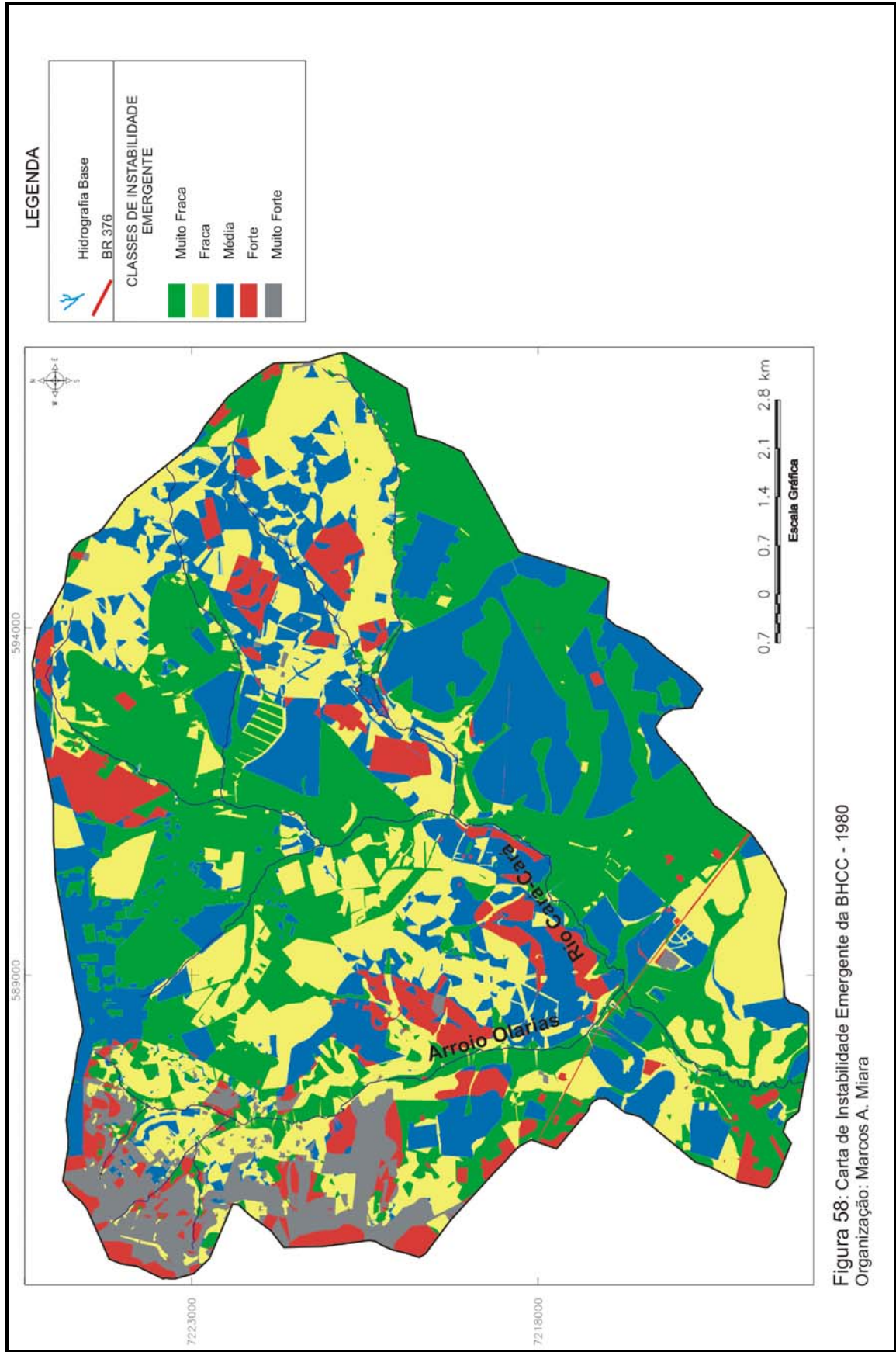


Figura 58: Carta de Instabilidade Emergente da BHCC - 1980
Organização: Marcos A. Miara

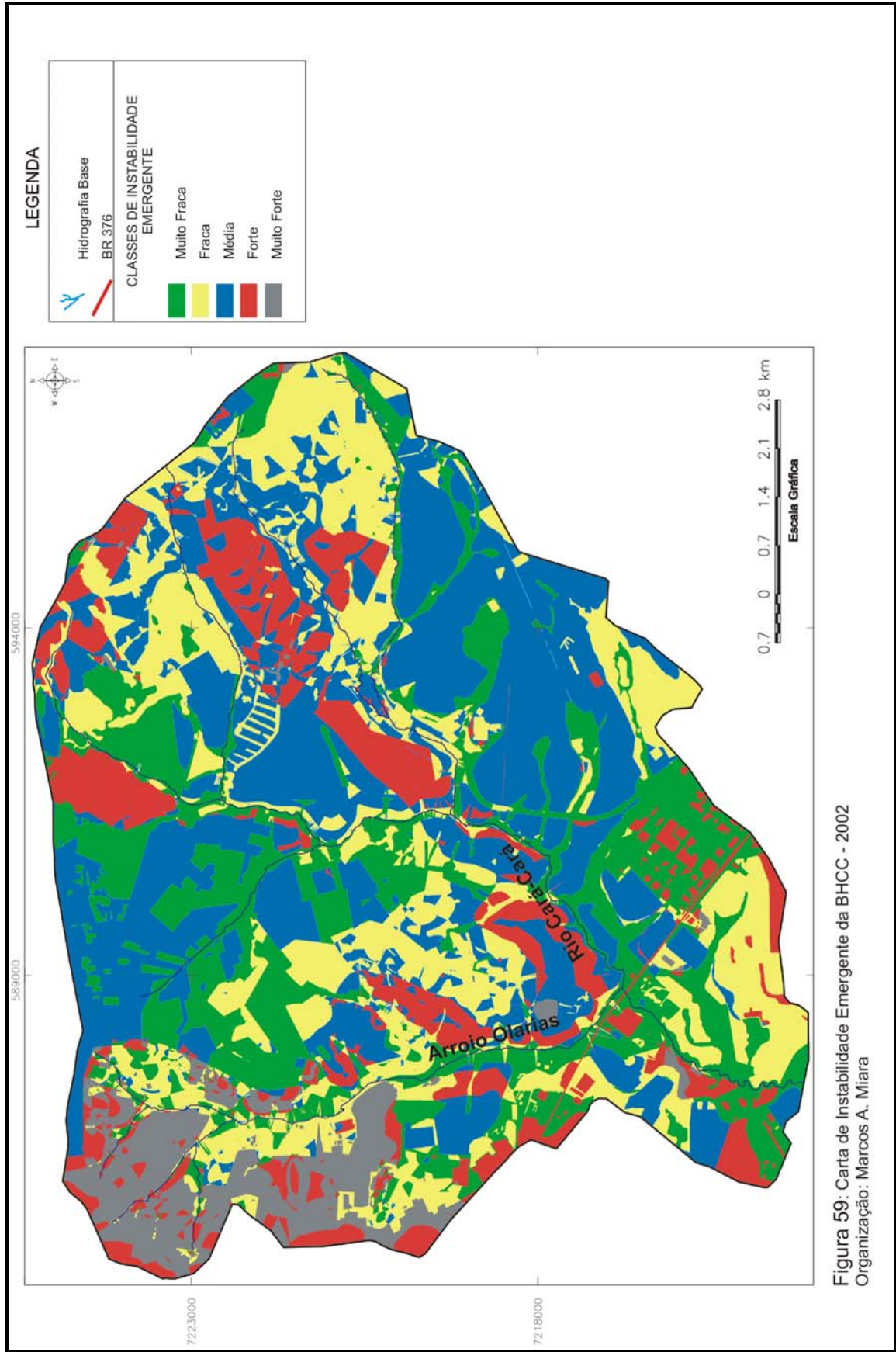


Figura 59: Carta de Instabilidade Emergente da BHCC - 2002
Organização: Marcos A. Miara

Para efeito de comparação entre os níveis de Instabilidade Emergente, foram espacializadas cada uma das classes nos anos de 1980 e 2002. Estas seguem da Figura 60 a Figura 64.

Classe 1: Instabilidade Emergente Muito Fraca

Esta classe é a que maior diminuição percentual e em área apresentou nos 22 anos de análise, decrescendo em cerca de 34%, sendo que a maior perda desta classe, cerca de 10,7 Km², se deu pela substituição desta pela classe 3 (Instabilidade Emergente Média). Nota-se uma diminuição na área central da bacia onde esta se encontrava bastante concentrada em 1980, assim como na parte Leste da bacia (Figura 60).

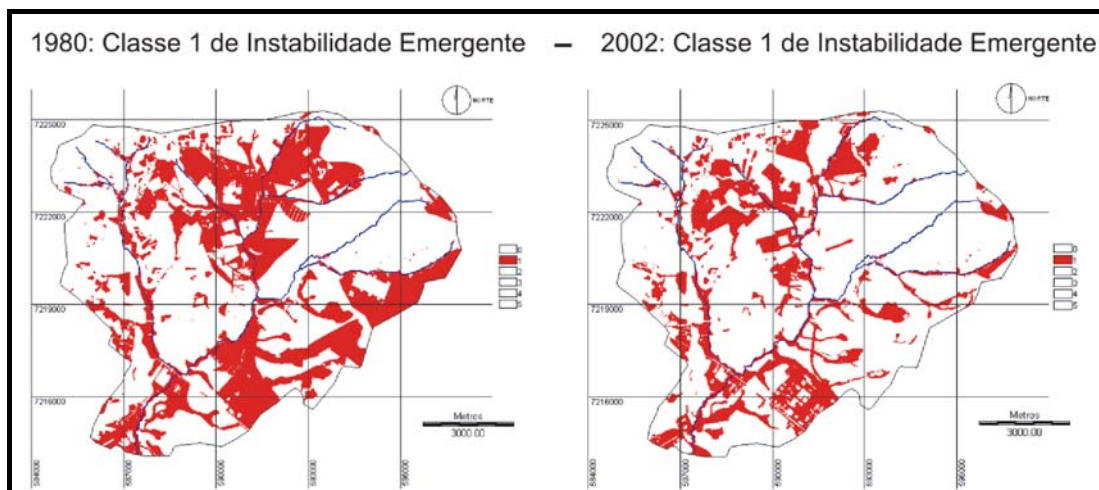


Figura 60: Classe 1 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe 2: Instabilidade Emergente Fraca

A classe 2 apresentou uma diminuição de cerca de 12% no ano de 2002 com relação a 1980. Suas principais perdas foram para a classe 3 (Instabilidade Emergente Média) em 3,6 Km² e para a classe 4 (Instabilidade Emergente Alta) em 2,8 Km², e isto se deu principalmente na parte central da bacia (Figura 61).

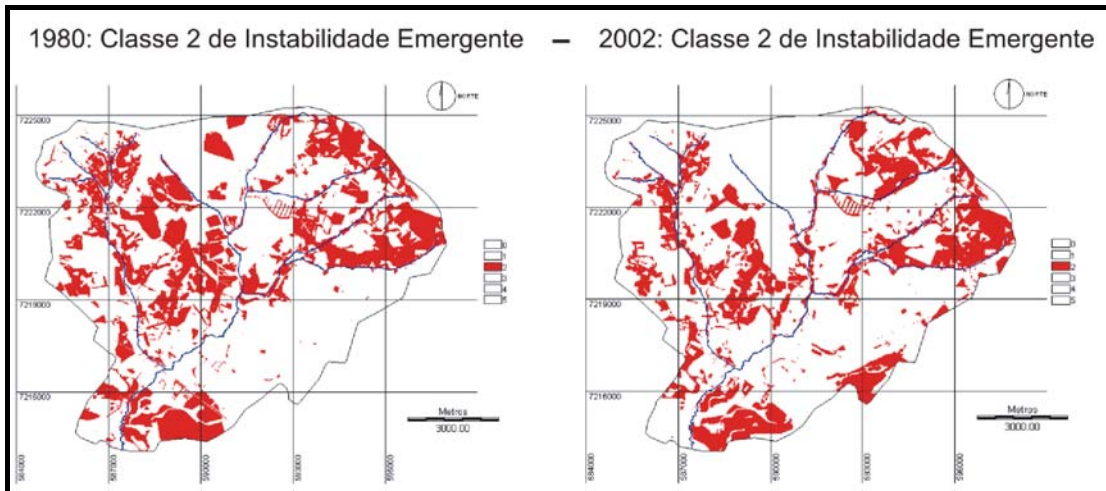


Figura 61: Classe 2 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe 3: Instabilidade Emergente Média

Esta classe sofreu um aumento de cerca de 30% durante os 22 anos de análise. Assumiu áreas principalmente da classe 1 (Instabilidade Emergente Muito Fraca) em 10,7 Km², e da classe 2 (Instabilidade Emergente Fraca) em 3,6 Km². Passou a ser em 2002 a classe com maior área, ocupando principalmente a área central e Leste da bacia (Figura 62).

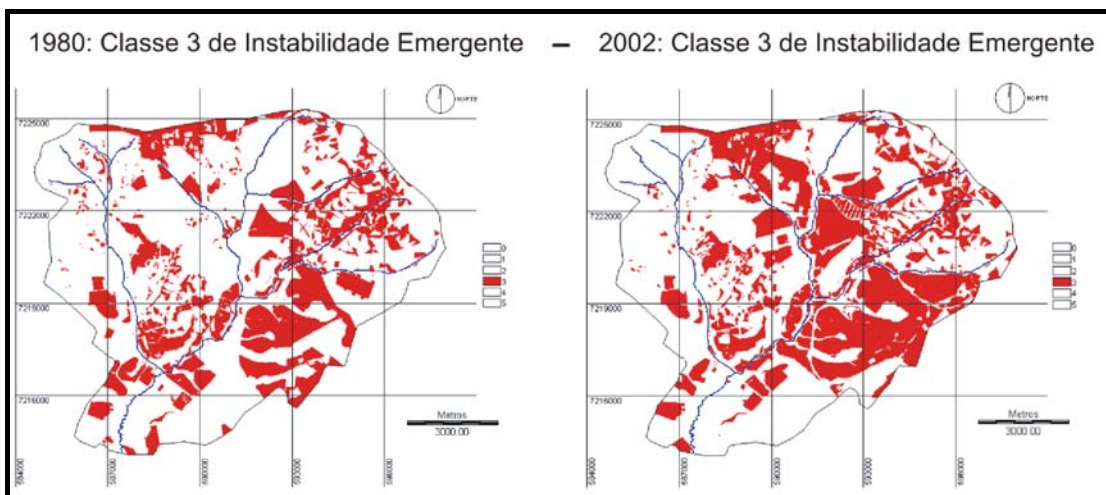


Figura 62: Classe 3 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe 4: Instabilidade Emergente Forte

É a classe que maior crescimento percentual apresentou, ultrapassando os 63% de aumento de área em 2002 com relação a 1980. Assumiu principalmente áreas da classe 2 (Instabilidade Emergente Fraca) em 2,8 Km², da classe 3 (Instabilidade Emergente Média) em 2,2 Km², e da classe 1 (Instabilidade Emergente Muito Fraca) em 1,7 Km². Especialmente seu aumento se deu na parte Nordeste e no Sul da bacia, principalmente no Distrito Industrial (Figura 63).

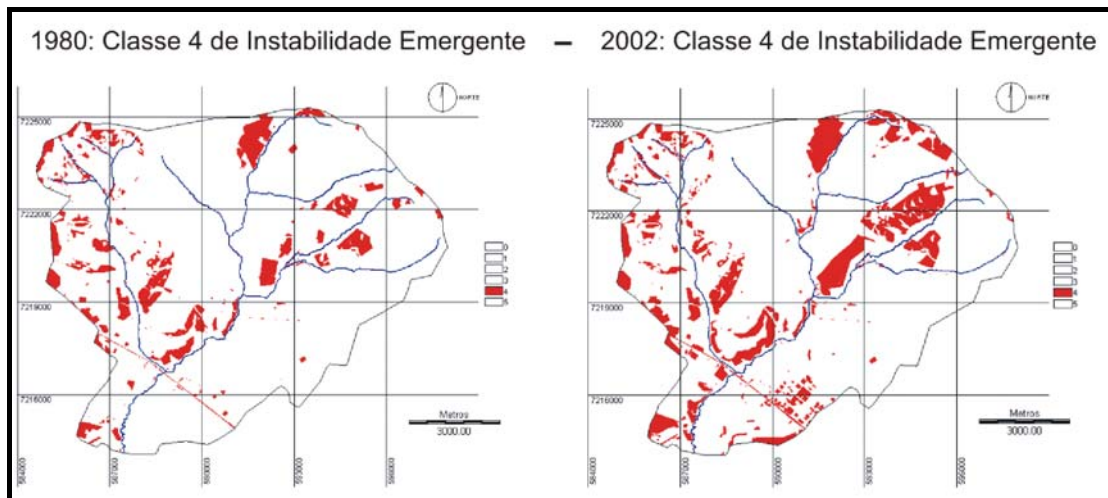


Figura 63: Classe 4 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002
Organização: Marcos A. Miara, 2006

Classe 5: Instabilidade Emergente Muito Forte

Esta classe sofreu um aumento percentual de mais de 28% e passou a ocupar áreas principalmente da classe 2 (Instabilidade Emergente Fraca) em 1,6 Km², e da classe 3 (Instabilidade Emergente Média) em 0,4 Km². Distribuiu-se especialmente pelo vale do arroio Olarias (Noroeste da bacia) em áreas densamente urbanizadas (Figura 64).

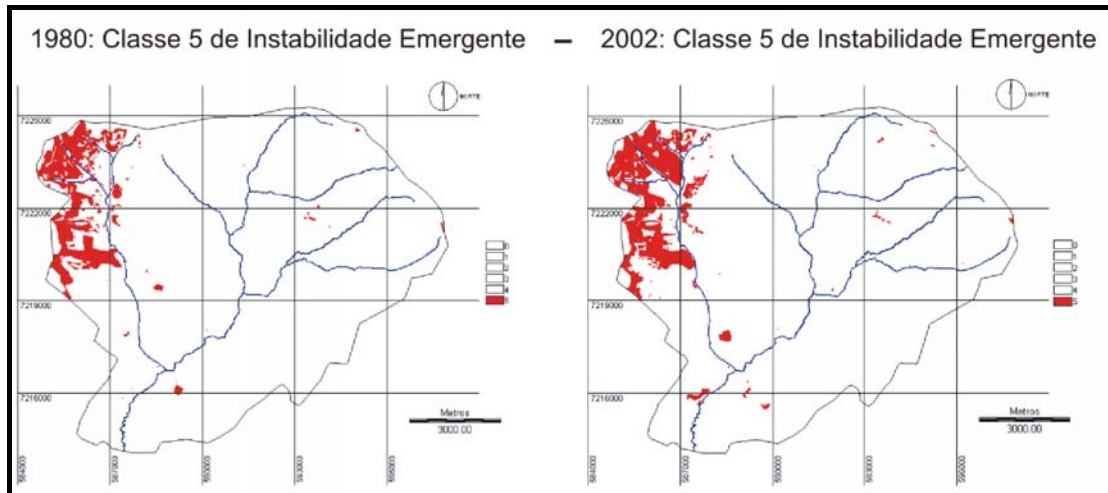


Figura 64: Classe 5 de Instabilidade Emergente – 1980 e 2002
Organização: Marcos A. Miara, 2006

7.3 DETALHAMENTO DA FRAGILIDADE EMERGENTE DA ÁREA URBANA DA BHCC EM 2002

Para uma avaliação mais criteriosa dos níveis de fragilidade emergente das áreas urbanizadas da BHCC, foi realizada uma diferenciação de alguns padrões de ocupação para o ano de 2002. De uma forma geral, Ross (1995) cita que os ambientes antropizados revelam-se por diferentes níveis de intervenções das sociedades humanas na natureza com sentido de apropriação dos recursos naturais, sendo que este procedimento leva o homem a alterar as características naturais do ambiente e produzir diferenciados cenários na ordenação espacial.

Sobre as áreas urbanizadas, Ross (1994) diz que é preciso distinguir padrões de urbanização quanto a alguns aspectos como níveis de impermeabilização do solo, a ocorrência de áreas verdes, a infra-estrutura como canalização das águas pluviais, asfaltamento, padrões das edificações, entre outros.

Deste modo, para esta pesquisa foi realizada uma distinção de alguns destes padrões de ocupação a partir de foto-interpretação e de visitas a campo. Considerando que a complexidade dos ambientes, sejam eles naturais ou alterados pelo homem, é de tal ordem que não se podem estabelecer seus limites territoriais com precisão, já que não se tem modificações bruscas de uma condição ambiental para outra (ROSS, 1990), foi proposta uma forma diferenciada para esta tarefa. Sendo importante o fracionamento do quadro ambiental, podendo-se identificar quantos quadros que se queira em um determinado território, por menor que este

seja, dependendo da escala de trabalho utilizada (ROSS, 1990) foi realizada uma interpolação dos dados coletados para identificar as diferenciações entre os padrões de urbanização.

O primeiro procedimento foi a definição das características de uso urbano consideradas na avaliação, que são a 'Densidade de Ocupação Urbana', o 'Índice de Cobertura de Vegetação', e a condição de 'Pavimentação de Vias'. Para cada um destes critérios foram definidas três classes com seus respectivos valores (Quadro 49).

Quadro 49: Critérios para padrões de ocupação urbana da BHCC em 2002

Densidade de Ocupação Urbana		Índice de Cobertura de Vegetação	
Classe	Valor	Classe	Valor
Baixa	1	Baixa	3
Média	2	Média	2
Alta	3	Alta	1
Pavimentação de Vias			
Classe			Valor
Vias Pavimentadas			1
Vias Pavimentadas com Vias não Pavimentadas			2
Vias não Pavimentadas			3

O segundo passo foi fazer uma grade com equidistância de 400 metros entre cada ponto. Esta grade foi sobreposta ao mosaico aerofotogramétrico a partir do qual se realizou uma avaliação empírica para a definição dos valores de cada ponto da grade pelos critérios utilizados na análise (Figura 65). Para cada ponto considerou-se onde este se localizava, assim como suas áreas circunvizinhas. Após a definição dos valores, foi realizada a interpolação dos mesmos para gerar uma Grade Retangular que é um modelo digital que aproxima superfícies através de um políedro de faces retangulares (INPE, 2005). Como método de interpolação foi usado o de *Média Ponderada* onde o valor de cota de cada ponto da grade é calculado a partir da média ponderada das cotas dos oito 'vizinhos' mais próximos ao ponto (INPE, 2005).

Após a conclusão da interpolação, foi realizado um *Fatiamento* da Grade Retangular em cinco intervalos que representam diferentes classes de padrões de urbanização no que tange a maior potencialidade de influências aos processos erosivos (Figura 66). Este mapa foi então cruzado com um mapa da classe de

cobertura e uso da terra ‘Urbanizado’ do ano de 2002 (Figura 67) para que fossem excluídas da análise as áreas que não fossem da classe “Urbanizado”.

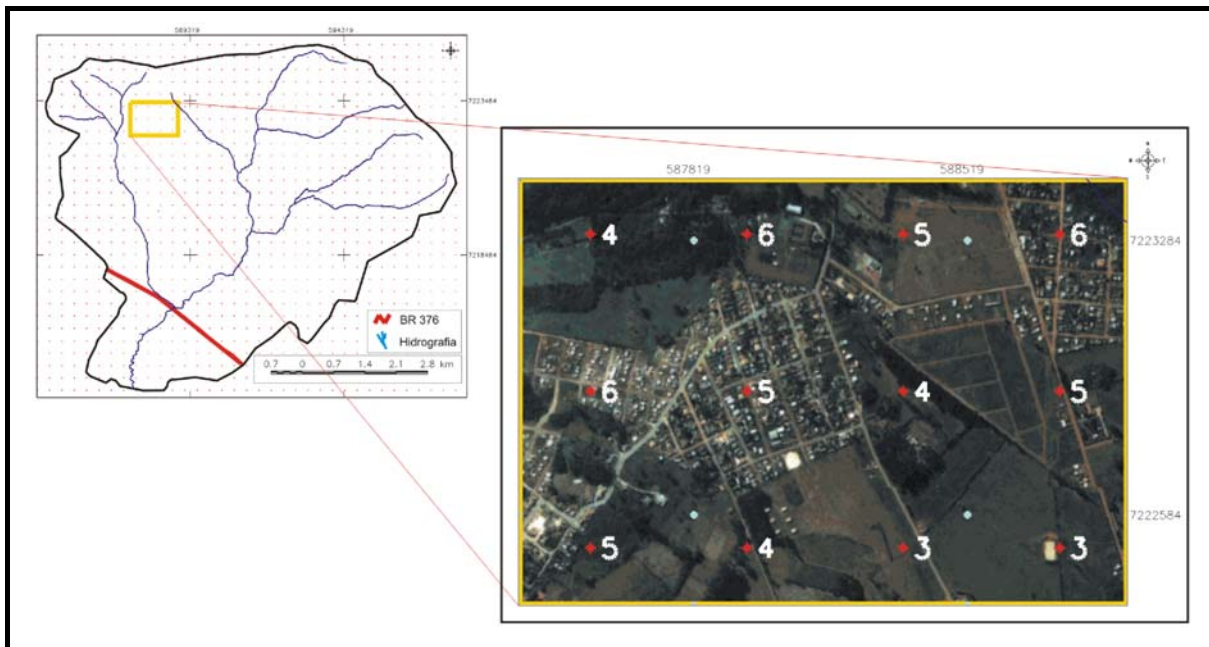


Figura 65: Representação da sobreposição da Grade Retangular sobre o Mosaico Aerofotogramétrico de 2002

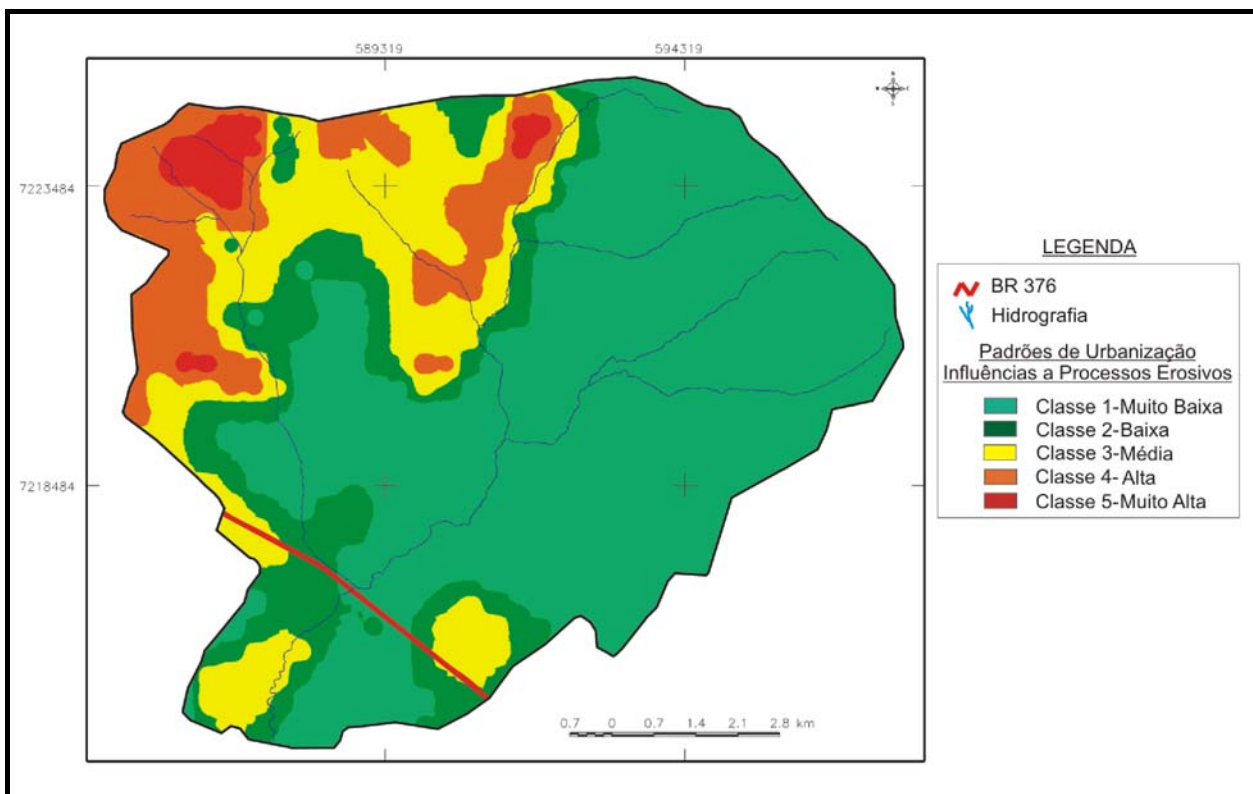


Figura 66: Classes de padrões diferenciados de ocupação urbana da BHCC

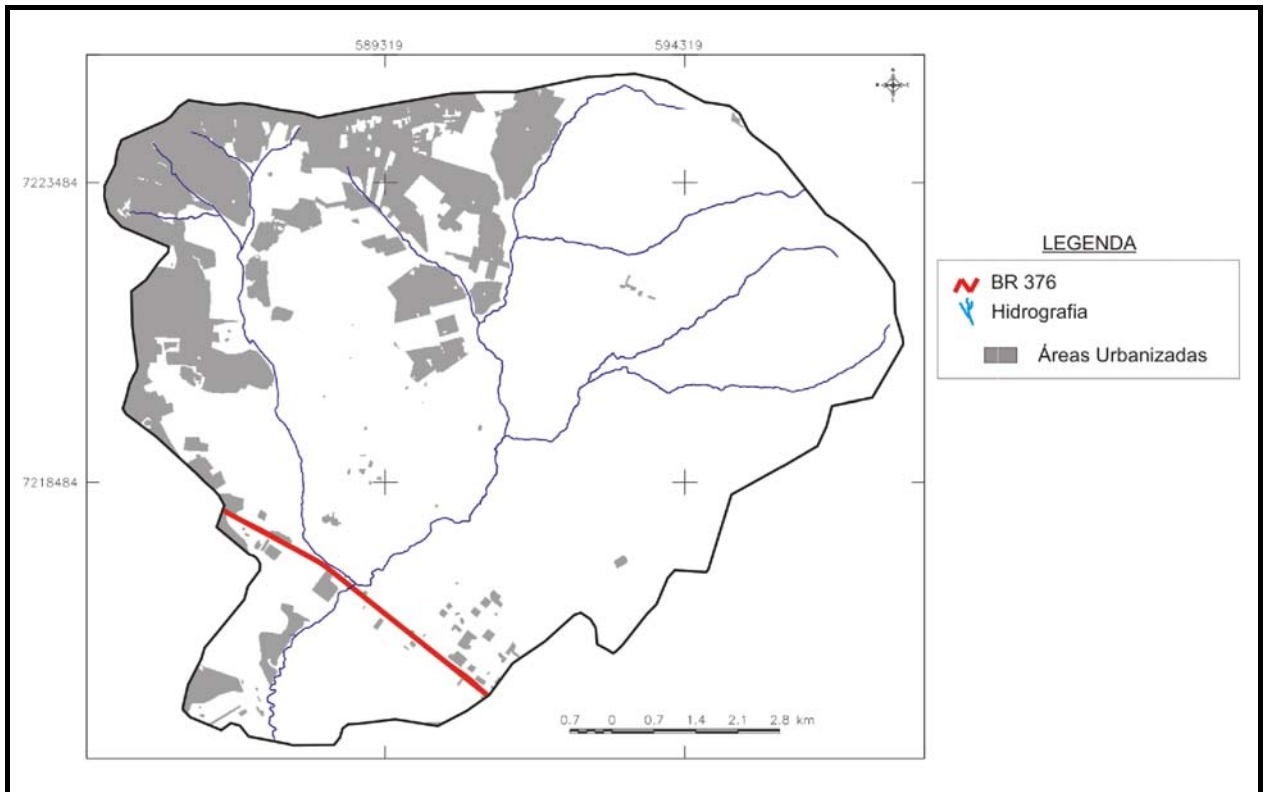


Figura 67: Áreas urbanizadas da BHCC no ano de 2002

O resultado obtido foi cruzado com o mapa de Fragilidade Potencial da BHCC (Figura 36) no intuito de definir os níveis de Fragilidade Emergente da área urbana da BHCC. Gerou-se um mapa com '61 classes' que posteriormente foi reclassificado seguindo as mesmas relações de valores utilizadas para a Fragilidade Emergente da BHCC (Quadro 46) produzindo assim, um mapa com '15 classes' que representam de modo crescente a influência ao desenvolvimento de processos erosivos conforme os padrões de urbanização, que é a Carta de Fragilidade Emergente da Área Urbana da BHCC em 2002 (Figura 68).

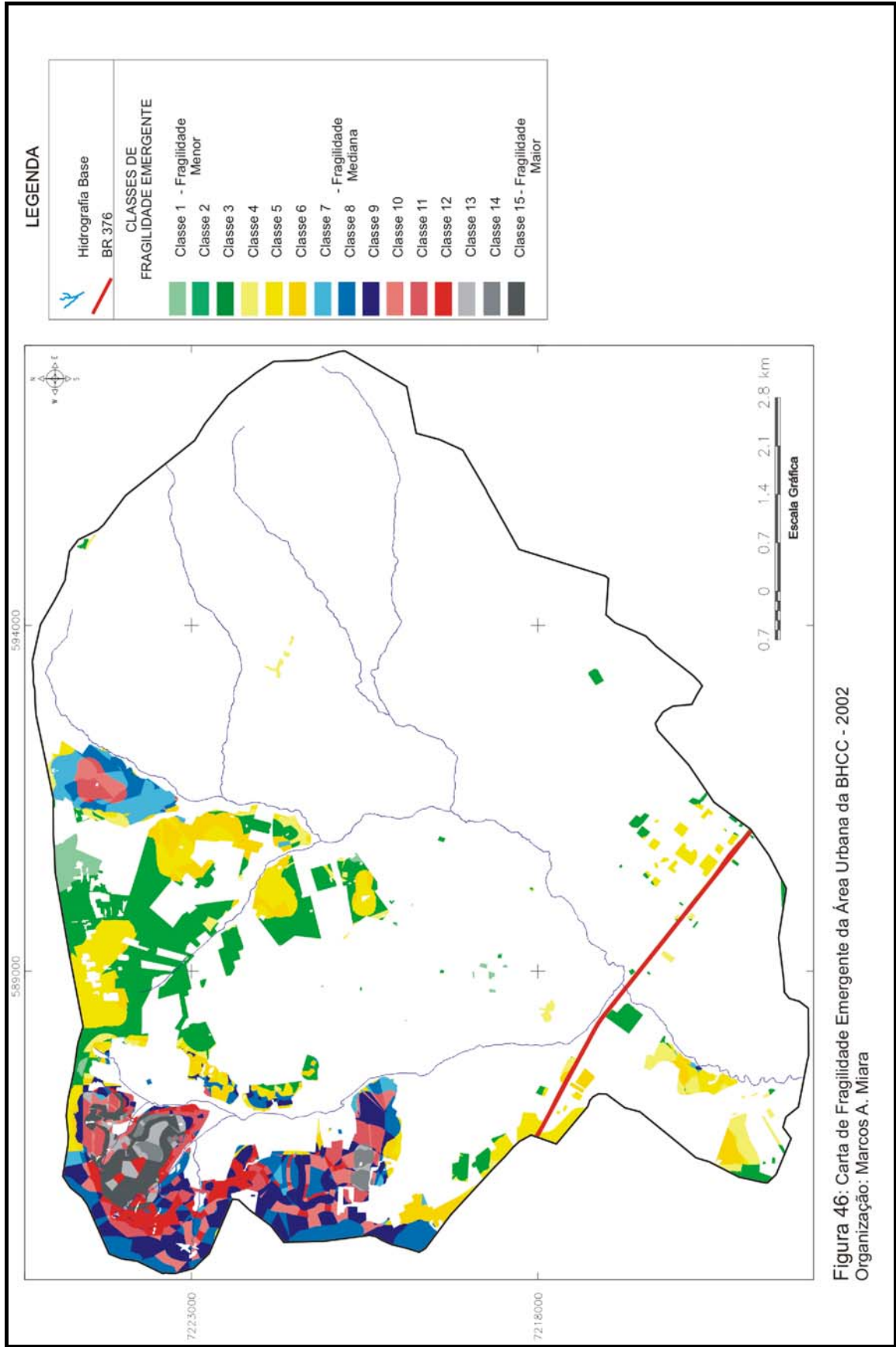


Figura 46: Carta de Fragilidade Emergente da Área Urbana da BHCC - 2002
Organização: Marcos A. Miara

A análise da Fragilidade Emergente da BHCC de sua área urbana no ano de 2002 considerando alguns diferentes padrões de ocupação produziu uma caracterização com maior especificidade e detalhamento com as 15 classes delimitadas. Foi realizado, porém, uma re-classificação compondo uma variação de cinco classes conforme realizado para os níveis de Instabilidade Emergente da BHCC para os anos de 1980 e de 2002 (Quadro 48) a partir da proposta de Ross (1990), e este procedimento gerou a Carta de Instabilidade Emergente da Área Urbana da BHCC em 2002 (Figura 69).

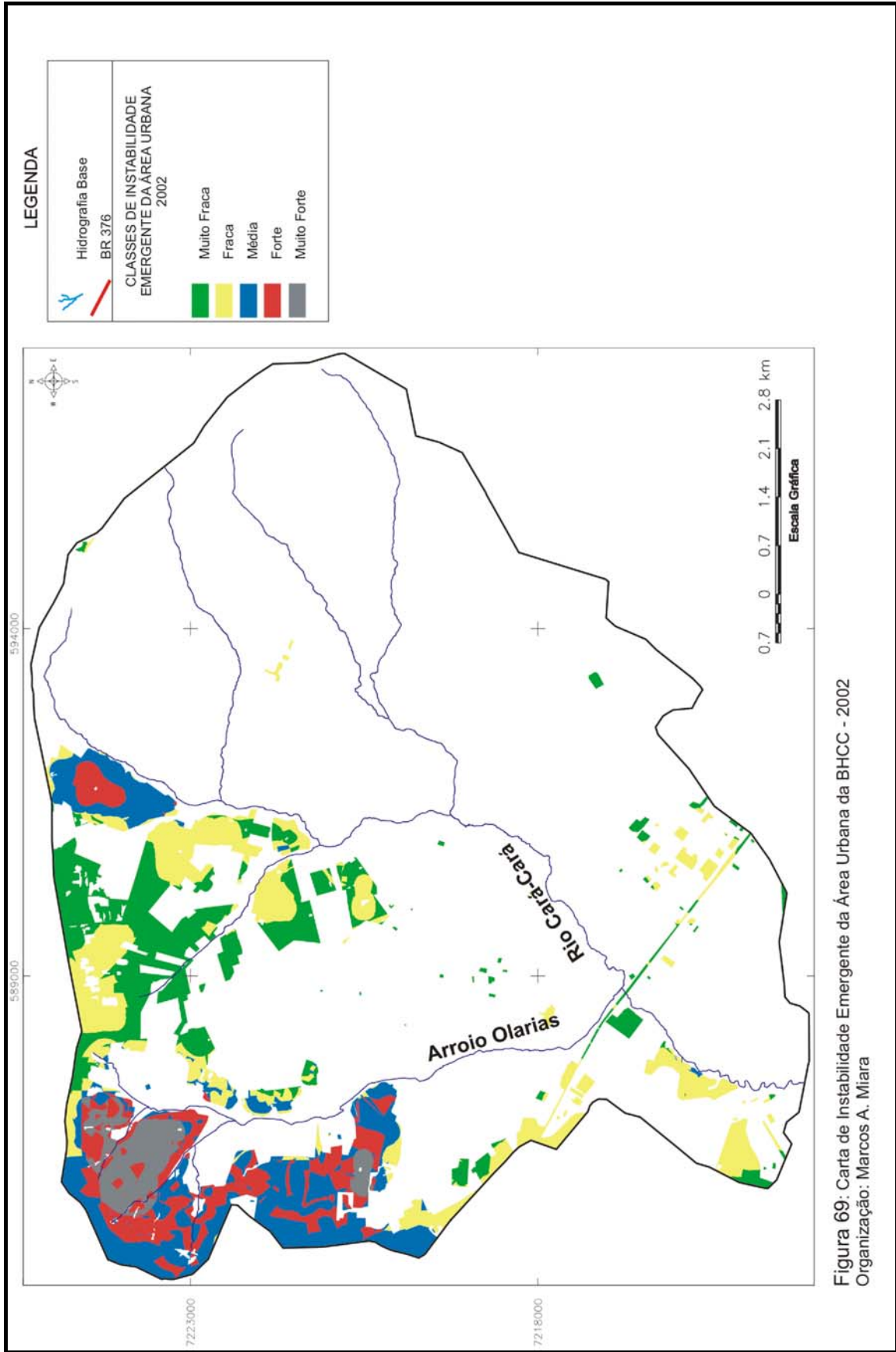


Figura 69: Carta de Instabilidade Emergente da Área Urbana da BHCC - 2002
Organização: Marcos A. Miara

Cada uma das cinco classes são descritas a seguir quanto sua espacialização, assim como por registros fotográficos procurando demonstrar algumas características de seus padrões de ocupação.

Classe 1 – Instabilidade Emergente Muito Fraca

A classe 1 possui uma área de 4,64 Km² e ocorre principalmente na porção Norte e central da BHCC nos divisores entre o rio Cará-Cará e o arroio Olarias. Algumas áreas isoladas na parte Sul da BHCC também ocorrem, em especial no Distrito Industrial.

A espacialização desta classe segue na Figura 70, assim como algumas de suas características de padrões de ocupação estão demonstradas na Figura 71.

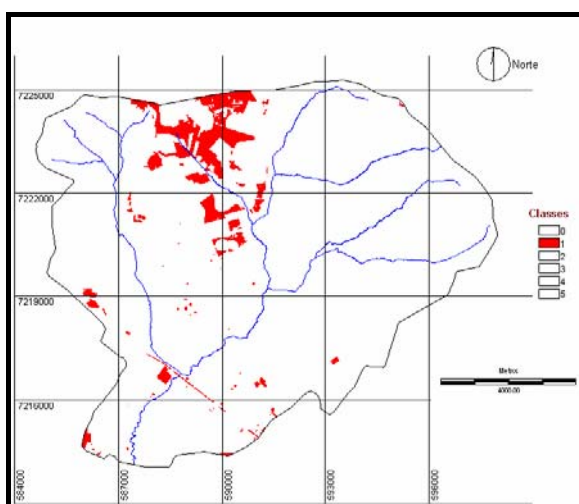


Figura 70: Distribuição da classe 1 de Instabilidade Emergente da área urbana da BHCC em 2002



Figura 71: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 1
 Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Classe 2 - Instabilidade Emergente Fraca

A classe 2 possui uma área de 5,32 Km² e ocorre de forma mais distribuída. Intercala-se com a Classe 1 em alguns casos, mas também aparece em outras porções da bacia, principalmente nas porções mais altas do relevo junto aos divisores d'água. Estende-se ao longo da Avenida Visconde de Mauá no sentido Sul da bacia, assim como no Distrito Industrial.

A espacialização desta classe segue na Figura 72, assim como algumas de suas características de padrões de ocupação estão demonstradas na Figura 73.

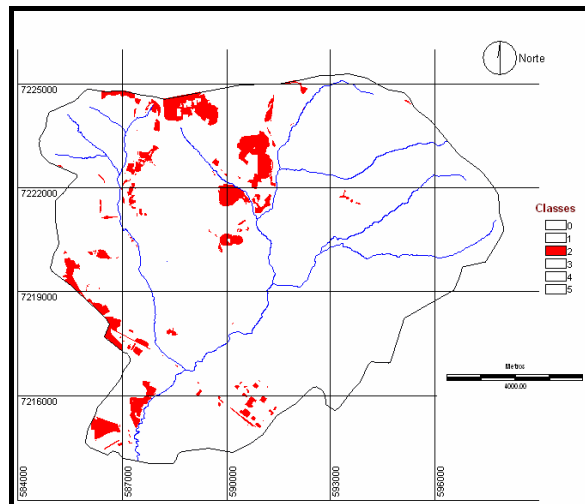


Figura 72: Distribuição da classe 2 de Instabilidade Emergente da área urbana da BHCC em 2002



Figura 73: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 2
 Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Classe 3 - Instabilidade Emergente Média

A classe 3 possui uma área de 4,52 Km² e sua distribuição é distinta, ocorrendo em porções elevadas do terreno, nas cabeceiras do arroio Olarias, ao longo de seu divisor em sua margem direita, e nos limites da área urbana em sua porção Nordeste. Caracteriza-se por ocorrer em áreas de ocupação urbana mais antiga dentro da BHCC, e pelo adensamento urbano intenso.

A espacialização desta classe segue na Figura 74 assim como algumas de suas características de padrões de ocupação estão demonstradas na Figura 75.

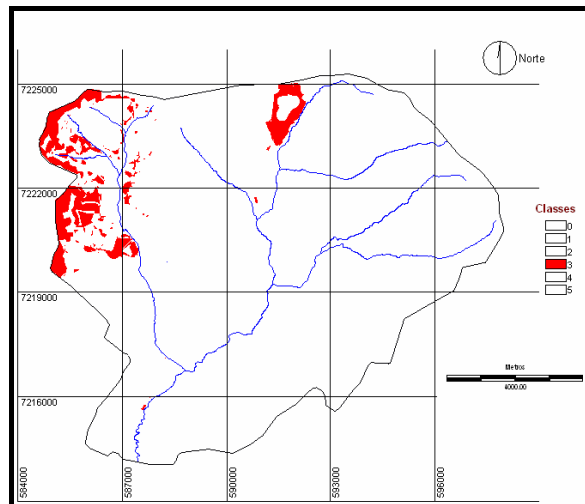


Figura 74: Distribuição da classe 3 de Instabilidade Emergente da área urbana da BHCC em 2002



Figura 75: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 3
 Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Classe 4 - Instabilidade Emergente Forte

A classe 4 possui uma área de 2,80 Km² e sua distribuição se intercala com a classe 3 ocorrendo assim, de modo similar a essa no que se refere aos referenciais espaciais. No entanto, caracteriza-se por apresentar padrões de ocupação urbana diferenciados da classe 3, onde se verifica que os padrões construtivos se diferem pela sua simplicidade. No entanto, a alta concentração urbana também é ocorrente.

A espacialização desta classe segue na Figura 76, assim como algumas de suas características de padrões de ocupação estão demonstradas na Figura 77.

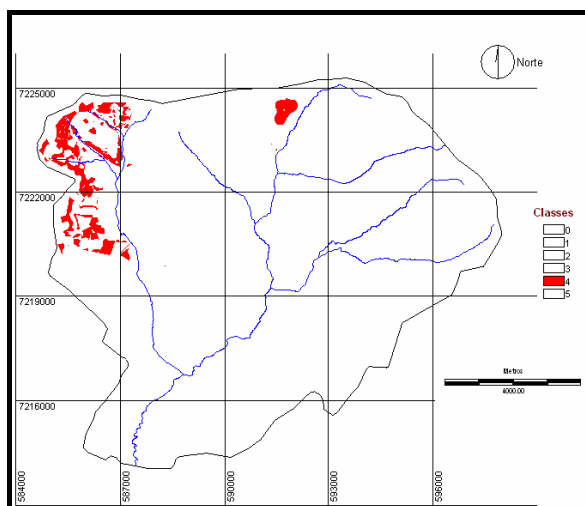


Figura 76: Distribuição da classe 4 de Instabilidade Emergente da área urbana da BHCC em 2002



Figura 77: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 4
 Autoria: Marcos A. Miara, 2005

Classe 5 -- Instabilidade Emergente Muito Forte

A classe 5 possui uma área de 1,38 Km² e sua distribuição ocorre em áreas específicas. Apesar de sua maior parte ocorrer próxima a área central do município, apresenta características claras. As altas taxas de adensamento urbano são visíveis, assim como o baixo nível de infra-estrutura viária. Caracteriza-se também pelos baixos padrões construtivos das edificações, além de que ocupa as áreas que apresentam as maiores concentrações de declividades mais acentuadas.

A espacialização desta classe segue na Figura 78, assim como algumas de suas características de padrões de ocupação estão demonstradas na Figura 79.

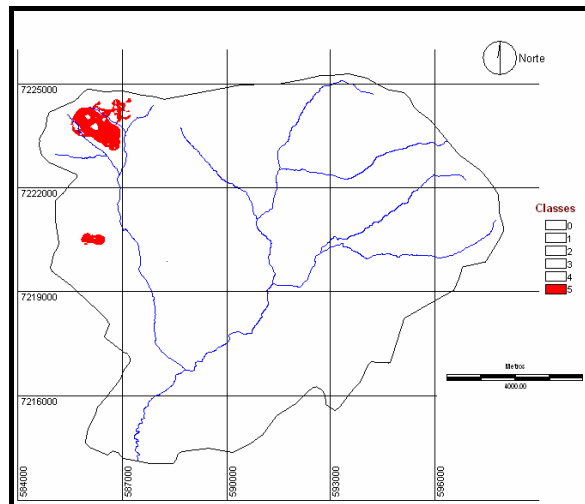


Figura 78: Distribuição da classe 5 de Instabilidade Emergente da área urbana da BHCC em 2002



Figura 79: Exemplos de padrões de ocupação urbana da Classe 5
 Autoria: Marcos A. Miara, 2005

8 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A partir da Resolução nº 303 do CONAMA e das Leis municipais nº 4.842 e nº 6.326, foi produzida Carta de Restrições Legais de Uso da BHCC (Figura 80) contendo as Áreas de Proteção Permanente (APP's) e as áreas não edificáveis considerando as faixas de drenagem e as declividades em ambas as legislações.

Na BHCC existe um total de 12,55 Km² de APP's (Áreas de Preservação Permanente) ocupando 12,3% da área da BHCC que são em sua totalidade sobrepostas pelas áreas classificadas como não edificáveis de acordo com a legislação municipal. Estas somam um total de 36,61 Km² o que representa 35,8% da área da BHCC sendo que, deste total, 24,05 Km² extrapolam as APP's.

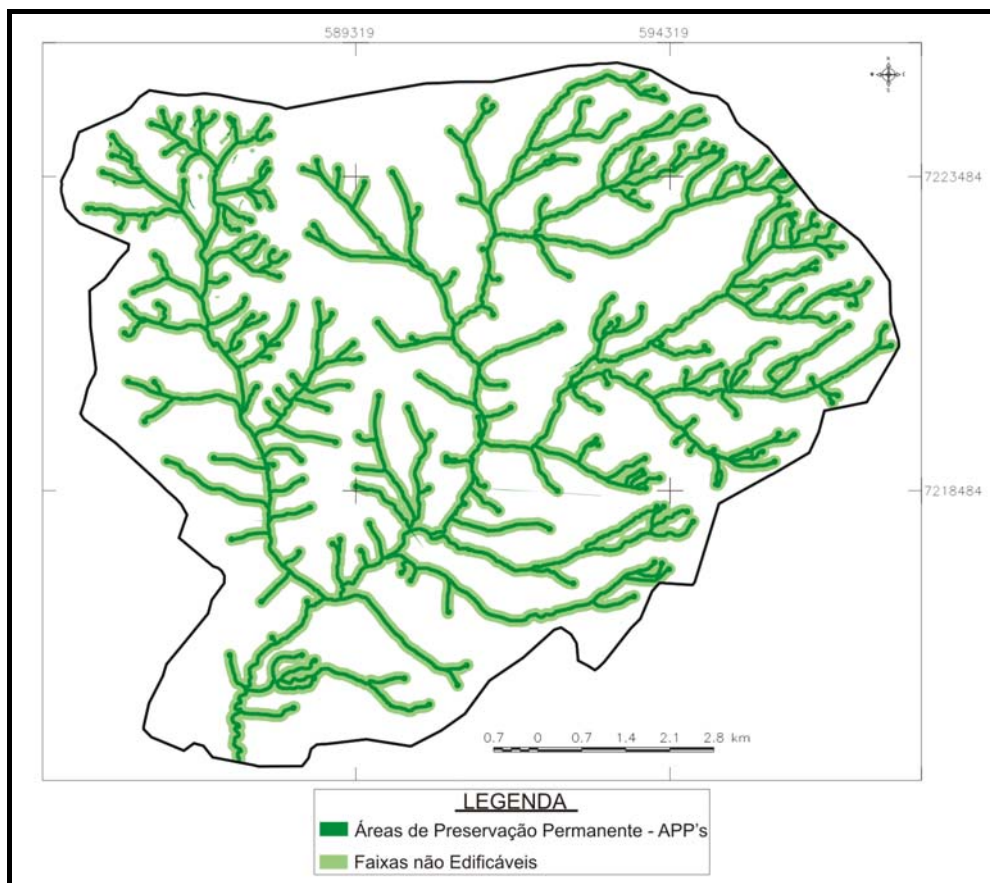


Figura 80: Carta de Restrições Legais de Uso da BHCC

8.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E USO E COBERTURA DA TERRA DA BHCC

Pelo cruzamento entre a Carta de Restrições Legais de Uso da BHCC (Figura 80) e as Cartas de Uso e Cobertura da Terra dos anos de 1980 e de 2002 (Figuras 52 e 53), foram identificadas algumas incongruências de uso de acordo com as condicionantes legais. Os mapas produzidos foram re-classificados conforme as combinações entre as classes de uso e as atribuições legais mapeadas na BHCC. O resultado foram duas Cartas de Legislação Ambiental: Congruências e Incongruências de Uso para 1980 e 2002 (Figuras 81 e 82). A composição de cada uma das quatro classes esta no Quadro 50, onde estão demonstradas também, as áreas de cada classe e suas variações temporais.

Quadro 50: Combinações entre as classes de uso e cobertura da terra da BHCC e a legislação

Classes	Nome	Descrição	1980 Área (Km ²)	2002 Área (Km ²)	Varição Percentual
1	Áreas não afetadas pela legislação ambiental	Todas as combinações de classes de uso da terra com as áreas não afetadas pela legislação ambiental considerada;	65,53	65,53	0
2	Áreas em conformidade com a legislação ambiental	Combinações entre as classes de uso da terra 'Solo Exposto', 'Lagoas', 'Cultivo Temporário', 'Cultivo Florestal', 'Herbáceas', 'Macega', 'Capões', 'Afloramentos de Rocha', 'Pínus' e 'Pastagem', com as áreas definidas como não edificáveis; Combinação entre a classe 'Herbáceas' e Áreas de Proteção Permanente (APP's);	32,31	29,48	-8,7%
3	Áreas urbanizadas irregulares	Todas as áreas urbanizadas que se encontram dentro das áreas definidas como não edificáveis e dentro das Áreas de Proteção Permanente (APP's);	2,55	3,98	+56%
4	APP's infringidas legalmente	Combinações entre as classes de uso da terra 'Solo Exposto', 'Lagoas', 'Cultivo Temporário', 'Cultivo Florestal', 'Pínus' e 'Pastagem', com as Áreas de Proteção Permanente (APP's);	1,74	3,14	+80,4%

O que é preciso ressaltar são os aumentos de áreas irregularmente ocupadas conforme a legislação ambiental. O primeiro ponto é o acréscimo em 56% de áreas urbanas irregulares, e o segundo é a o aumento em 80,4% de infrações sofridas pelas APP's por usos que não urbanos.

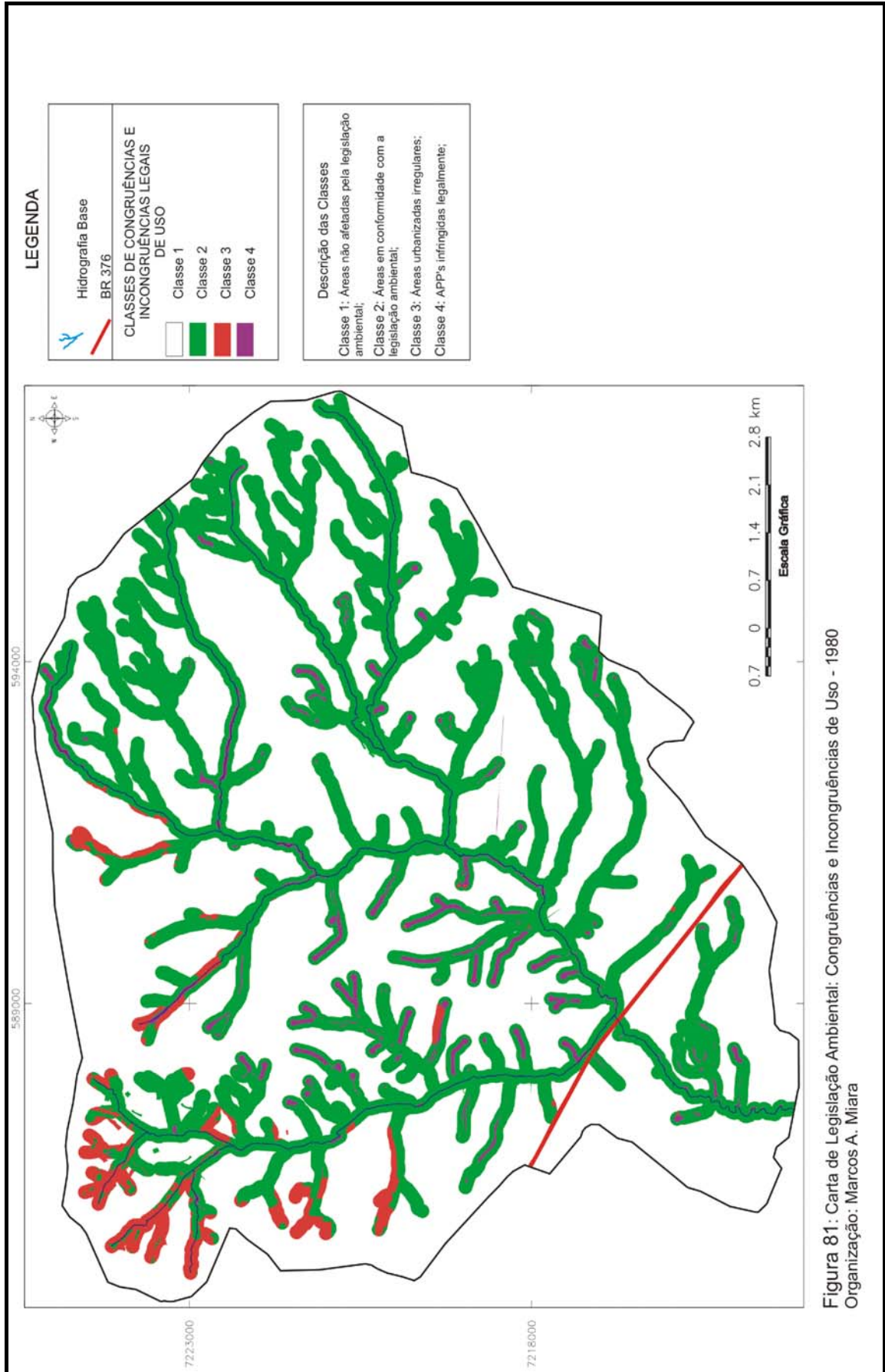


Figura 81: Carta de Legislação Ambiental: Congruências e Incongruências de Uso - 1980
Organização: Marcos A. Miara

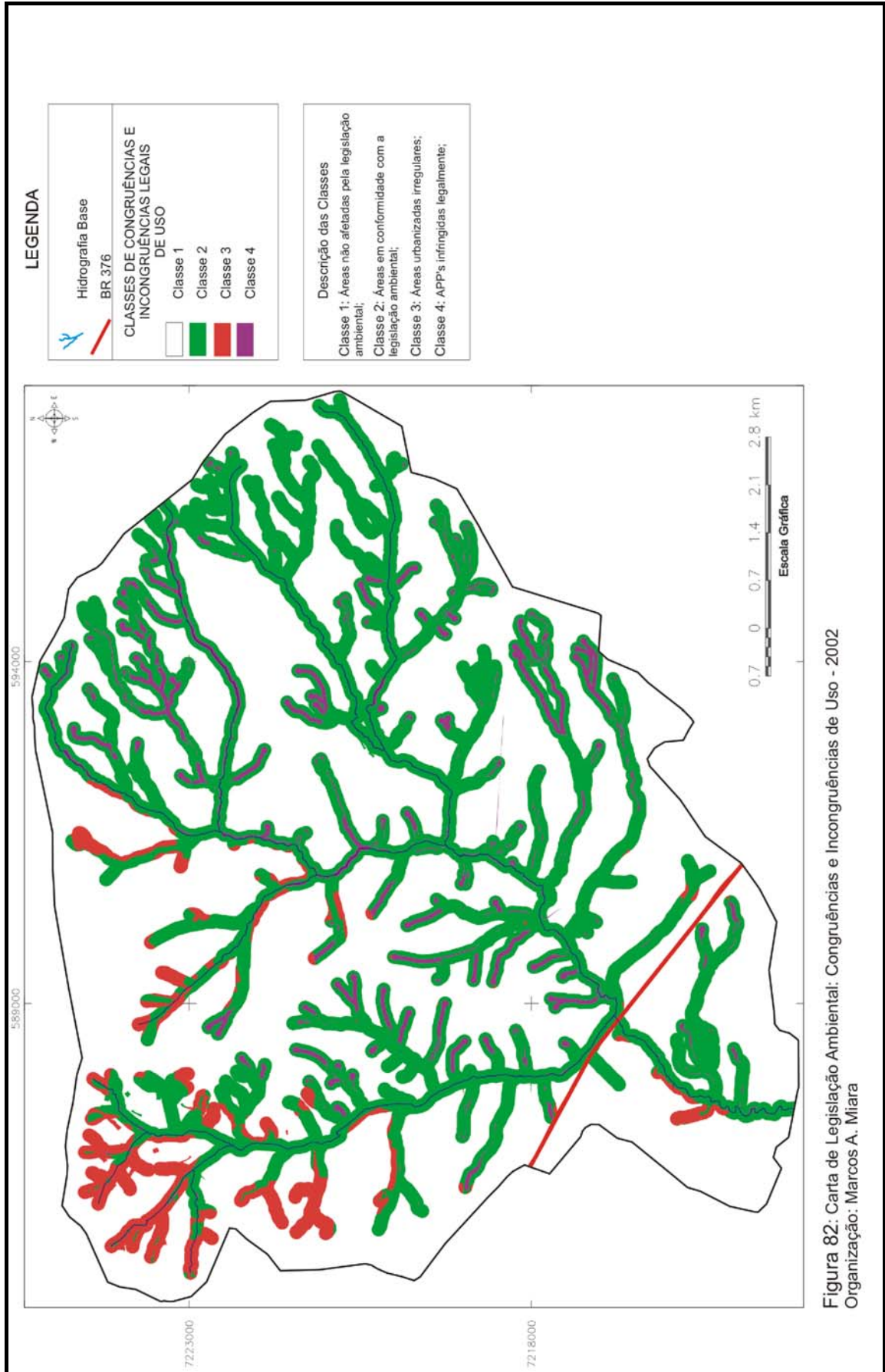


Figura 82: Carta de Legislação Ambiental: Congruências e Incongruências de Uso - 2002
Organização: Marcos A. Miara

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

9.1 QUANTO AO USO E COBERTURA DA TERRA DA BHCC

A BHCC durante o período de análise que compreende um intervalo de 22 anos, apresentou alterações nas suas formas de uso e cobertura da terra que indicam um uso mais intenso da bacia, assim como uma maior exposição do solo a possibilidades de processos erosivos. Tanto o aumento das áreas urbanizadas, quanto o uso rural mais abrangente, acompanhados do decréscimo das áreas vegetadas (classes 'Herbáceas' e 'Macega'), indicam que as alternâncias ocorridas nas formas de uso e cobertura da terra favoreceram o aumento da possibilidade de ocorrência de efeitos impactantes dentro da bacia, fatos estes que se refletiram também nos níveis de Fragilidade Emergente identificados na bacia.

A partir dos materiais cartográficos confeccionados e de práticas de campo, algumas constatações chamaram a atenção quanto as formas de uso da bacia. A respeito das áreas urbanas, as expansões mais concentradas se deram principalmente na área central da bacia, nos divisores entre o arroio Olarias e o rio Cará-Cará. Na porção Sul da bacia também houve um aumento urbano tanto para fim industrial quanto residencial. De uma forma geral, as áreas urbanizadas que em 1980 encontravam-se principalmente nas bordas da bacia, no ano de 2002 passaram a ocupar porções mais baixas do relevo em sentido ao interior da bacia, e principalmente em sua porção central.

Sobre a infra-estrutura dos loteamentos, há que se considerar que aqueles mais recentes, principalmente os loteamentos construídos por investimentos privados, apresentam algumas melhorias principalmente com relação a infra-estrutura viária, de drenagem urbana, e com as áreas de proteção permanente. Por outro lado, loteamentos promovidos pela empresa pública PROLAR (Companhia de Habitação de Ponta Grossa), mesmo que recentes, destinados a parcelas da população de renda mais baixa, continuam sendo implantados sem infra-estrutura adequada e, em certos casos, em desacordo com as normas ambientais.

As ocupações irregulares são outras constatações. Estas ocorrem tanto nas áreas periféricas da bacia, quanto nas porções centrais da mesma. Nas áreas próximas ao centro da cidade, a ocupação é antiga e oferece risco eminente à população, tanto pelas altas declividades das encostas ocupadas, quanto pela

proximidade aos canais de drenagem que oferecem risco de inundação, principalmente pelo alto potencial de concentração de água das chuvas já que é intensa a impermeabilização do solo a montante destas áreas.

Como exemplo destes casos, uma matéria impressa veiculada no jornal Diário dos Campos registra um caso na Vila Coronel Cláudio (Anexo 1). A notícia dá uma idéia de quando data a ocupação irregular da região e os problemas reais vivenciados pelos moradores. Ainda vale ressaltar que a rua citada na matéria passa por classes variadas de Fragilidade Potencial, sendo registradas as Classes 7 e 9 nas porções mais baixas do relevo, e as Classes 11 e 13 nas encostas.

A questão do saneamento básico e da coleta de lixo é outro fator que implica no comprometimento ambiental da bacia, já que em vários casos o esgoto *in natura* é lançado diretamente nos arroios, assim como entulhos diversos. Ao longo dos arroios de uma forma geral, o que se verificou foi o acúmulo de lixo, onde em determinados pontos é possível inclusive verificar o nível da água durante enxurradas pelo lixo depositado nas margens e na vegetação. No Anexo 2 estão espacializados determinados pontos com registros fotográficos que demonstram tais condições dos rios na BHCC.

Outra questão importante é com relação as áreas de capões que se localizam nas proximidades das áreas urbanas, as quais precisam de tratamento especial no que se refere a políticas de conservação, já que desempenham função ambiental importante (Anexo 3).

Nas áreas rurais foram verificadas certas condições específicas. As áreas de cultivo temporário caracterizam-se por serem praticadas principalmente em áreas planas em sua maioria, e por apresentarem certas práticas conservacionistas do solo como plantio direto e cultivo em nível quando se faz necessário, apesar da mecanização e do uso intenso com rotatividade de culturas, características inerentes a este tipo de uso da terra. Nesta classe de uso não foram visualizados processos erosivos intensificados, como sulcos, ravinas ou voçorocas.

Nas áreas delimitadas como sendo de pastagem no ano de 2002, erosões acentuadas foram identificadas principalmente junto aos canais de drenagem, demonstrando acesso irrestrito do gado a essas áreas, sendo o pisoteio do gado o principal motivo destas erosões, como visto em campo. As áreas de cultivo florestal (eucaliptos) apresentam boa proteção ao solo já que a existência de vegetação de menor porte forma um sub-bosque que além de promover uma biodiversidade de

flora maior se comparada as áreas de pinus, promovem maior proteção ao solo. Já para as áreas de cultivo de pinus mapeadas no ano de 2002, há que se destacar que as suas porções mais representativas se localizam na estação experimental da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e foram plantadas junto a cabeceiras de um afluente do rio Cará-Cará. Tal fato certamente deve influenciar a disponibilidade hídrica deste afluente, pois substituiu a vegetação natural da área ('Campo') e, como é comum em cultivos desta espécie, o que se nota é a exclusividade da mesma sem a ocorrência de qualquer outra espécie vegetal.

A respeito das áreas especuladas à expansão urbana da bacia citadas nesta pesquisa, percebeu-se que no decorrer do desenvolvimento desta, diversos fatos se concluíram indicando a real propensão de uso urbano em determinadas áreas. O processo de conclusão do Contorno Leste, via que interliga o bairro de Uvaranas a BR 376 é um exemplo (Figura 30). As propostas de construção de conjuntos de habitação em determinados locais também reafirmam esta propensão na bacia, além da regularização fundiária de ocupações até então irregulares, fato este que pode ser preocupante conforme as condições urbanas a serem aceitas pelo poder público para suas regulamentações. Também como alguns exemplos, matérias impressas veiculadas no jornal local Diário dos Campos (Anexos 4, 5 e 6), demonstram isto quando citam localidades dentro da BHCC que vem sofrendo expansão urbana, entre elas as Vilas Rio Branco, Coronel Cláudio e Quero-Quero, o Jardim Barreto e o Núcleo Santa Bárbara (Anexo 7).

Por outro lado, determinadas condicionantes são relevantes a serem consideradas quanto as possibilidades da expansão urbana. Questões fundiárias atuam como impedimento a urbanização para a parte Leste da bacia. Áreas de propriedade da UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa), do 13º BIB (13º Batalhão de Infantaria Blindada), do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) e da EMBRAPA são exemplos destes casos. A fim de visualização destas áreas, a espacialização destas localidades se encontra no Anexo 7 e, apesar dos limites entre si não serem exatos por falta de material cartográfico atualizado, seus limites em sentido Oeste, ou seja, em sentido às áreas urbanas, são definidos pela ferrovia, sendo esta então, um limite a expansão urbana em sentido Leste da bacia.

9.2 QUANTO AS CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL DA BHCC

Sobre a definição das 13 classes de Fragilidade Potencial da BHCC, os resultados obtidos demonstraram algumas peculiaridades. A principal condicionante que diferencia cada uma das 13 classes, é que não há uma constância nas variações entre cada uma delas, ou seja, não existe uma linearidade evolutiva entre as classes.

Isto quer dizer, por exemplo, que para a Classe 1 não é necessário que haja 100% de sua área sendo ocupada pela melhor classe de cada variável física. Do mesmo modo, a Classe 13 não é ocupada em 100% de sua área pelas piores classes de cada variável ambiental. Na verdade, o que há é uma combinação entre as variáveis ambientais compondo cada uma das classes de Fragilidade Potencial, e isto é definido pela relação de pesos estabelecida entre cada elemento físico com todos os demais.

Como exemplo, pode ser citado o caso da variação '6 a 12%' de declividade. Na Classe 3 este intervalo de declividade ocupa 86,74% da área desta classe. Já na Classe 4 ele ocupa 13,32%, na Classe 5, 24,07%, na Classe 6, 10,9%, na Classe 7, 43,64%. Isto demonstra que, apesar da declividade ser a variável de maior peso relativo entre os elementos ambientais, o que realmente construiu a hierarquização entre as classes de Fragilidade Potencial foi a combinação entre as características dos elementos ambientais. Isto faz com que cada uma das classes se caracterize por um conjunto de condições físicas, fazendo com que seja possível identificar diferenciais ambientais entre as classes, e melhor definir formas de uso mais adequadas na bacia.

Quanto a espacialização das classes de Fragilidade Potencial da BHCC nota-se que freqüentemente há uma seqüência na distribuição de classes com valores que se sucedem em regiões específicas dentro da bacia, e que seguem um sentido preferencial que vai dos topos sentido vertentes abaixo. Como exemplo, a área centro-norte da BHCC é ocupada por uma variação que vai da Classe 1 até a Classe 5. Nas cabeceiras do arroio Olarias existe uma seqüência entre a Classe 8 e a Classe 13, assim como no extremo Leste da bacia. Por outro lado, também existem descontinuidades na distribuição não caracterizando seqüências, como é o caso da área próxima a confluência entre o arroio Olarias (margem esquerda) e o rio Cará-

Cará. Nesta área ocorre a transposição da Classe 5 diretamente para a Classe 9, e desta para a Classe 12, sem passar por classes intermediárias, entre outros casos.

Quando foram agrupadas as 13 classes conforme as variações propostas por Ross (1990) em cinco classes, que variam em níveis de instabilidade potencial que vão de 'Muito Fraca' a 'Muito Forte' como demonstra a Figura 50, tornou-se mais fácil avaliar a distribuição das classes e perceber as seqüências das 13 classes constituintes da Carta de Fragilidade Potencial da BHCC (Figura 36), assim como suas discontinuidades.

A partir da variação de Ross (1990), a BHCC apresenta características mais facilmente identificáveis quanto sua espacialização. Para a classe 'Muito Fraca', a ocorrência é na parte central e Norte da bacia, principalmente nos topos. A classe 'Fraca', predomina nas proximidades da classe anterior e na mesma região dentro da bacia. Ocorre também, mas em proporções menores, nos extremos Leste e Sul da bacia, na margem direita do arroio Olarias próximo a confluência deste com o rio Cará-Cará. Isto faz com que as porções Norte e central da BHCC se condicionem como os locais mais indicados a ocupações mais intensas, se comparadas a outras áreas dentro da bacia. Estas condições acordam com as tendências a ocupação da bacia nestas áreas promulgadas por influências já anteriormente citadas, assim como com a expansão urbana que se deu nos 22 anos de análise.

A classe 'Média' é a que maior área possui e ocorre principalmente na parte Sudeste da bacia. Porém, ocorre também com representatividade na parte Norte e ainda pelo vale do arroio Olarias onde se intercala com as duas outras classes que a sucedem.

As classes 'Forte' e 'Muito Forte' ocorrem de forma similar, sendo que ambas se intercalam, e ocupam o vale do arroio Olarias, em especial suas cabeceiras, e seguem pelo vale do rio Cará-Cará até algumas nascentes de afluentes deste rio na parte Nordeste da bacia, e caracterizam estes locais como sendo as áreas mais susceptíveis ao desgaste ambiental na bacia se comparados as demais classes.

Em campo foram registradas as ocorrências de alguns processos erosivos em determinados pontos. Estes pontos foram espacializados (Anexo 8) e fotografados (Anexo 9). O que se verifica é que, nas classes com maior propensão a erosão, estas realmente ocorrem com maior intensidade. Por outro lado, processos erosivos acentuados também foram identificados em classes com valores menores, o que demonstra que as formas de uso nos casos analisados tiveram grande influência no

desenvolvimento das erosões, como demonstram as fotos 5, 10 e 11 no Anexo 9. Nas áreas rurais as principais condições que influenciaram no desenvolvimento de erosões, foram o pisoteio do gado e as vias de acesso. Nas áreas urbanizadas, diversas são as ruas em estado crítico, onde o próprio tráfego de veículos torna-se difícil ou impossível em certos casos, em função de erosões. Estes casos se distribuem principalmente em torno das cabeceiras do arroio Olarias, onde tanto as declividades são mais intensas, quanto o solo predominante é do tipo Cambissolo.

Avaliando as classes de Fragilidade Potencial da BHCC a partir de seus dados quantitativos, localização, e práticas de campo, concluiu-se que os resultados apresentam correlações próximas a realidade. Tal constatação contribui a uma avaliação positiva da metodologia utilizada, assim como de todos os procedimentos de tratamento das informações, principalmente com relação a determinação de pesos entre as variáveis ambientais aplicados.

De qualquer modo, verificou-se também que, para a aplicação desta pesquisa em planos de uso da bacia, se faz necessária a compreensão que para decisões específicas voltadas a intensificação ou alternâncias de formas de uso, são importantes pesquisas de campo mais detalhadas para considerar possíveis peculiaridades locais. Isto faz com que esta pesquisa adquira um caráter 'norteador' de ações a serem tomadas, refletindo condições mais gerais do que específicas da bacia.

9.3 QUANTO AS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE DA BHCC

As variações percentuais em área ocorridas nos 22 anos de análise das classes de Fragilidade Emergente da BHCC corroboram com as alternâncias ocorridas nas formas de uso e cobertura da terra dentro da bacia, ou seja, confirmam que houve uma perda em estabilidade física do ambiente em função destas variações. Assim, os procedimentos realizados na pesquisa, possibilitam fazer esta avaliação da dinâmica ocupacional, do mesmo modo que possibilitam identificar locais com maior ou menor carga impactante sobre o meio, e definir políticas de adequação de usos e / ou fiscalizar práticas nocivas ao ambiente.

Outra questão que precisa ser relevada neste momento é a existência dentro da bacia do aterro sanitário municipal. Esta área não foi inserida nas formas de uso da bacia por apresentar condições peculiares. Localiza-se na parte Nordeste da

bacia (Figura 30) nas proximidades de diversas nascentes de afluentes do rio Cará-Cará (Anexo 10). Conforme anunciado por responsáveis, em instâncias públicas e privadas, e publicado pelo jornal Diário dos Campos, o aterro segue as normas ambientais e não compromete o ambiente e sua continuidade de uso prevalece (Anexo 11).

Apesar do aterro sanitário ser considerado seguro em relação a questão ambiental, em campo o que se notou foi uma situação que merece destaque. Apesar de não constatado com técnicas ou métodos para análise da água, a contaminação de um curso d'água parece clara. Por localizar-se a jusante e próximo do aterro, o que pareceu visualmente e pelo odor exalado pela água, é a presença de contaminantes. O registro fotográfico da área está no Anexo 10, onde se procurou destacar tanto a relação espacial da área com o aterro, assim como a coloração esverdeada da água.

9.4 QUANTO AS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE DA ÁREA URBANA DA BHCC EM 2002

Não há dúvidas o quanto diferentes padrões de ocupação urbana implicam em impactos ambientais, ou possibilidades destes, de modos diferenciados. Assim, a proposta desta pesquisa em delimitar condições urbanas distintas dentro da bacia veio no intuito de suprir esta deficiência de uma análise mais genérica. O uso da grade retangular criada pela fotointerpretação e sua posterior interpolação, e por saídas a campo, demonstrou ser uma técnica de fácil aplicação e com resultados satisfatórios quanto a caracterização urbana, mesmo que utilizando de poucas variantes na análise, assim como dispondo de uma avaliação de caráter empírico.

Os resultados ainda possibilitam identificar as áreas urbanas que mais sofrem com as deficiências estruturais ou ambientais analisadas, facilitando desta forma, ações corretivas e / ou mitigadoras por parte do poder público.

9.5 QUANTO A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A pesquisa demonstrou diversos problemas sobre a aplicação da legislação ambiental considerada na análise. Tanto a expansão urbana, quanto a intensificação das atividades rurais ajudaram no aumento do desrespeito a legislação ambiental, o

que demonstra um descaso e / ou incapacidade do poder público na exigência do cumprimento da legislação, e um comportamento da sociedade, ou parte dela, de desrespeito não só com o meio, mas com ela própria.

Com relação as áreas urbanas, pode-se dizer que já em 1980 existiam ocupações irregulares e em desacordo com as condições ambientais. Porém, o que se notou foi que houve não só o aumento em área da urbanização com estas características, mas também o fato de que estes processos continuam a ocorrer sem maiores preocupações por parte do poder público assim como por parte da sociedade, o que é demonstrado pelas alterações percentuais ocorridas nas áreas urbanizadas irregulares assim como pelo aumento das infrações exercidas sobre as APP's.

Dentre os fatos verificados na área rural que chamaram a atenção, é preciso citar o fato do cultivo de pínus na estação experimental da EMBRAPA junto a nascentes de um canal de drenagem, áreas estas que são definidas como APP's, e estas em diversos pontos estão sendo infringidas por atividades rurais, principalmente por cultivos temporários.

9.6 ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES

A presente pesquisa se conclui considerando que as análises realizadas servem como subsídio para tomadas de decisão sobre a dinâmica espacial da bacia, que devem considerar nas ações de planejamento de uso do espaço, critérios técnico-científicos fundamentados em procedimentos experimentados e discutidos pela comunidade acadêmica. Conclui ainda que, apesar de finalizada conforme os objetivos a que se estipulava, esta pesquisa é um passo inicial ao estudo da BHCC, sendo que, a partir deste, demais estudos podem ser realizados dando continuidade ao entendimento do processo de uso da bacia, e de relações desta com o município de Ponta Grossa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR NETO, Alencar. **Folha Ponta Grossa (SG-22-X-C-II-2)**, escala 1:50.000. Comissão da Carta Geológica do Paraná - Projeto Leste do Paraná, Convênio CPRM – DNP, - BADEP – UFPR, 1977.
- ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; TERTULIANO, Marcos Faria. **Diagnose dos Sistemas Ambientais: métodos e indicadores**. in Sandra Baptista da Cunha e Antonio José Teixeira Guerra (org.) **Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1999.
- ANDRADE FILHO, A. G. de (Coord.). **Planejamento Ambiental da Bacia do Arroio de Olarias**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Núcleo de Estudos em Meio Ambiente – NUCLEAM – Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, 2001.
- ANDREOLI, Cleverson V., et al. **A crise da água e os mananciais de abastecimento – A disponibilidade de água na região metropolitana de Curitiba**. in Cleverson Vitório Andreoli (editor) **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão. Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Sanepar Finep, 2003.
- ANTONIO FILHO, Fadel David. **Crescimento urbano e recursos hídricos: o caso de Rio Claro (SP)**- Estudos Geográficos, Rio Claro, 1(1): 55-62, junho 2003. www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm. Consultado em 10/02/2004.
- ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a management perspective**. WDL, Ottawa. 294 p. 1991.
- ASSIS, Rui Brasil. **Gerenciamento de Bacias Hidrográficas: Descentralização**. in: Análise Ambiental: estratégias e ações. Org. Sâmia Maria Tauk-Tornisielo, et al – São Paulo: T.A. Queiroz/ Fundação Salim Farah Maluf; Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP, 1995.
- BARROS, Raphael T. de V. et al . **Saneamento –Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 1995.
- BASTOS, Anna Christina Saramago; FREITAS Antonio Carlos de. **Agentes e Processos de Interferência, Degradação e Dano Ambiental**. in Sandra Baptista da Cunha e Antonio José Teixeira Guerra (org.) **Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1999.

- BELTRAME, A. V. **Proposta metodológica para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas de pequenas bacias hidrográficas – um estudo da bacia do rio do Cedro (Brusque, SC)**. Florianópolis, 1990. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BERTALANFFY, L. von. **An outline of general systems theory**. Brit. J. Philos. Sci., 1, 134-65, 1950.
- BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
- BITENCOURT, L. R. de. **O Uso das Séries Históricas de Fotografias Aéreas para o Monitoramento Físico –Espacial no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – SC**. Florianópolis: UFSC, 1999 (Dissertação de Mestrado).
- BODZIAK JR., Carlos; MAACK, Reinhard. **Contribuição ao Conhecimento dos Solos dos Campos Gerais no Estado do Paraná**. *Braz. arch. biol. technol.* [online]. dic. 2001, [citado 29 de Novembro de 2004], p.127-163. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151689132001000500008&lng=es&nrm=iso . ISSN 1516-8913. Consultado em 05/03/2005.
- BOIKO, Josemara Daron. **Mapeamento geomorfológico e fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Currealinho – Região Metropolitana de Curitiba – Pr**. Curitiba: UFPR, 2004 (Dissertação de Mestrado).
- BOIKO, J. D.; SANTOS, L. J. C. **Caracterização Geomorfológica Preliminar da bacia do rio Currealinho, Região Metropolitana de Curitiba – Pr**. V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. UFSM – RS, 2004.
- BOIN, M. N. **Chuvvas e Erosões no Oeste Paulista: Uma Análise Climatológica Aplicada**. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente. Rio Claro: IGCE-Cp. de Rio Claro – UNESP, Rio Claro, 264 p., 2000.
- BOLLMANN, Harry Alberto. **Avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas urbanas**. in Cleverson Vitório Andreoli (editor) **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão. Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Sanepar Finep, 2003.
- BRAGA, Roberto. **Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano**. In CARVALHO, P. F. de; BRAGA, R.

- org.- **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias.** Rio Claro: UNESP-IGCE, Laboratório de Planejamento Municipal, Deplan, 2001.
- BRONDANI, Bernadete. **Estudo do gerenciamento da drenagem pluvial no perímetro urbano da cidade de Ponta Grossa, PR** –Ponta Grossa: UEPG, 2003 (Monografia apresentada ao curso de Especialização em Gestão Ambiental, Universidade Estadual de Ponta Grossa).
- BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment.** Claderon Press. Oxford,1992.
- CANALI, N. E. **Análise morfométrica da base do rio Açungui.** Curitiba: 1986, Tese (Professor Titular). Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná.
- CANALI, N. E.; OKA-FIORI, C. **Análise Morfométrica da Rede de drenagem da área do Parque Marumbi – Serra do Mar (PR).** In: Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia. Curitiba, 1987.
- CARPI JÚNIOR, Salvador. **Processos erosivos, recursos hídricos e riscos ambientais na bacia do rio Mogiguaçu.** Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geociências- Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente. SP – Rio Claro 2001.
- CARVALHO, Pompeu Figueiredo de. **Problemas ambientais na produção da cidade e da habitação de interesse social.** In CARVALHO, P. F. de & BRAGA, R. org.- **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias.** Rio Claro: UNESP-IGCE, Laboratório de Planejamento Municipal, Deplan, 2001.
- CASTRO, A. G.; VALÉRIO FILHO, M. **Simulação da Expectativa de Perdas de Solo em Microbacia sob Diferentes Manejos Florestais.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 1997.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1974.
- _____.**Análise de Sistemas em Geografia: introdução.** São Paulo: HUCITEC - EDUSP, 1979. 106p.
- _____.**Modelagem de Sistemas ambientais.** 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio; TAVARES, A. C. **Análise de vertentes: Caracterização e Correlação de Atributos do Sistema.** In: Notícia Geomorfológica. 17 (34): 65-83, 1977.

- CREPANI, Edison, et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. Ministério da Ciência e Tecnologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE. São José dos Campos, 2001.
- CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia Fluvial**. in Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (org.) **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.
- DIEDRICHS, L. A. **Propostas de Recuperação de Área Degradada e Diagnóstico de Potencialidade Poluidora – Projeto Levantamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cará-Cará, Ponta Grossa – PR**. Centro Tecnológico Icomarã, Ponta Grossa, 2000.
- _____. **Análise das propriedades físicas de bacias hidrográficas: arroio Olarias – Ponta Grossa / PR**. RA'EGA, Curitiba, n.6, p. 195 – 215, 2002.
- DREW, David. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Trad. João Alves dos Santos. Rev. Suely Bastos. Coord. Editorial: Antonio Christofolletti. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.
- DSG. **Carta Topográfica** - Folha Ponta Grossa SG. 22-X-C-II / 2 (MI – 2840/2), em escala 1:50.000, com Sistema de Projeção UTM, Datum vertical de Imbituba, Santa Catarina, e Datum horizontal de Córrego Alegre, Minas Gerais, 1980.
- DYLIK, Jean. **Notion du versant em Géomorphologie**. Bull. De L'Acad. Polonaise des Sciences, 1968, 16 (2). pp 125-132.
- EASTMAN, J.R. **Idrisi for Windows users guide**. Clark University, Worcester, 1995.
- EASTMAN, J.R. **Idrisi32 Versão I32.01**. 2000.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Escala 1:600.000. Convênio nº 12/76 – Governo do Estado do Paraná / IAPAR / EMBRAPA / SUDESUL, 1981.
- FAMEPAR – Instituto de Assistência aos Municípios do Estado do Paraná. **Levantamento aerofotogramétrico do espaço urbano de Ponta Grossa**. Escala 1:8.000, Curitiba, Engefoto, 1995.
- FAMEPAR – PMPG – Instituto de Assistência aos Municípios do Estado do Paraná e Prefeitura Municipal de Ponta Grossa. **Plantas planialtimétricas do espaço urbano de Ponta Grossa**. Escala 1:2.000, Curitiba, Engefoto, 1995.

- FENDRICH, Roberto; OBLADEN, Nicolau Leopoldo; AISSE, Miguel Mansur; GARCIAS Carlos Mello. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 1997.
- FERREIRA, Marcos César. **Análise Espacial da Densidade de Drenagem em Sistema de Informação Geográfica Através de um Modelo Digital de Distâncias Interfluviais**. Geociências, São Paulo, 18 (1): 7 –22. Ed. UNESP, 1999.
- FERRETI, Eliane Regina. **Diagnóstico Físico-Conservacionista – DFC: Instrumento Para o Plano de Bacias Hidrográficas – Uma Aplicação na Bacia do Rio Tagaçaba – Município de Guaraqueçaba – PR**. Dissertação de Mestrado. UFPR, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Curitiba, 2003.
- GARBOSSA, R. A.; CANALI, N. E. **Controle Lito - Estrutural na Organização Espacial da Bacia do Rio Tagaçaba – PR: Análise Morfométrica da Rede de Drenagem**. in V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 02 a 07 de Agosto de 2004.
- GARCIAS, Carlos Mello, et al. **Dinâmica das ocupações irregulares em mananciais**. in Cleverson Vitório Andreoli (editor) **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão. Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Sanepar Finep, 2003.
- GEUS, L. M. de. **Plano Viário da Bacia Olarias**. In Alceu Gomes de Andrade Filho (coord.) **Planejamento Ambiental da Bacia do Arroio Olarias**. Universidade Estadual de Ponta Grossa - NUCLEAM – Núcleo de Estudos em Meio Ambiente & Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2001.
- GOBBI, Eduardo Felga. (coord.) **Plano de Manejo Parque Estadual de Vila Velha**. Curitiba, 2004.
- GODOY, L.C. **Mapa Geológico do Município de Ponta Grossa**. MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A.) e Prefeitura Municipal de Ponta Grossa. Escala 1:250.000, 200?.
- GONÇALVES, A. R.; PEREIRA, M. F. V. **Aspectos ambientais em áreas periféricas urbanas**. In CARVALHO, P. F. de; BRAGA, R. org.- **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias**. Rio Claro: UNESP-IGCE, Laboratório de Planejamento Municipal, Deplan, 2001.
- GONÇALVES, Odete Catarina Locatelli. **Meio ambiente urbano na microbacia do Lajeado São José, Chapecó / SC**. Chapecó: Argos, 2003.

- GUEDES, Jucimar Aparecida. **Avaliação das Perdas Mensais de Solo no Alto Curso do Rio Aquidauana – MS**. Dissertação de Mestrado. UFPR, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Curitiba, 2001.
- GUERRA, Antonio José Teixeira; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. **Erosão dos Solos**. in Sandra Baptista da Cunha e Antonio José Teixeira Guerra (org) **Geomorfologia do Brasil**. 2ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da. **Geomorfologia uma Atualização de Bases e conceitos**. RJ, Ed. Bertrand do Brasil, 1994.
- HASENACK, H.; WEBER, E. **Derivação de novas informações cadastrais para o planejamento urbano através de Sistemas de Informação Geográfica**. UFRGS – Centro de Ecologia, Centro de Recursos Idrisi, 2000. consultado em <http://delmonio.ecologia.ufrgs.br/idrisi/artigos/sigurb3.pdf> em 08/12/2001.
- HIDALGO, P. **Diagnóstico físico-conservacionista**. In: Curso de manejo conservacionista em bacias hidrográficas. Vol. 1, Apostila 7. Londrina: SUREHMA e COPATI, agosto de 1990.
- HIGA, A. R. (Coord.). **SIFLOR**. Curitiba, 2003. 1 CD-ROM.
- ITC – PR – Instituto de Terras e Colonização do Estado do Paraná. **Levantamento aerofotogramétrico do Estado do Paraná**. Escala 1:25.000, Curitiba, Aerosul, 1980.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, **Spring v. 4.1.1**, 2005.
- KLEIN, Roberto Miguel; HATSCHBACH, Gerdt. **Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quero-Quero (Paraná)**. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, v. 28-29, p. 159-88, 1971.
- LARA, Aderlene Inês de. **Plano de gestão e manejo em áreas de mananciais**. in Cleverson Vitório Andreoli (editor) **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão. Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Sanepar Finep, 2003.
- LARACH, Jorge Olmos Iturri, et al (coord.). **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA – SNLCS. Boletim Técnico, 57 – TOMO 1, 1984¹.
- LARACH, Jorge Olmos Iturri, et al (coord.). **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA – SNLCS. Boletim Técnico, 57 – TOMO 2, 1984².

- LEITE, Pedro Furtado; KLEIN, Roberto Miguel. **Vegetação**. In: IBGE. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: 1990. v.2. Região Sul. p. 113-150.
- LEPSCH, I. **Solos: formação e conservação**. Prisma: São Paulo, 1976.
- LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. **Tolerância de perdas de terra para solos do estado de São Paulo**. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Campinas, 28, p.12, 1975.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. **Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP**. In: Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 3., Recife, 1980. Anais...fl.13.
- LÖWEN SAHR, Cicilian Luiza. **Estrutura interna e dinâmica social na cidade de Ponta Grossa**. in Carmencita de H. M. Ditzel e Cicilian L. L. Sahr (org.) **Espaço e cultura – Ponta Grossa e os Campos Gerais**. Editora UEPG, Ponta Grossa, 2001.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. J. Olympio, Rio de Janeiro, 1968.
- MEDEIROS, Carla Valéria; MELO, Mário Sérgio. **Processos erosivos no espaço urbano de Ponta Grossa**. in Carmencita de H. M. Ditzel e Cicilian L. L. Sahr (org.) **Espaço e cultura – Ponta Grossa e os Campos Gerais**. Editora UEPG, Ponta Grossa, 2001.
- MINEROPAR. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2001.
- MORIN, Edgar. **O método 1: a natureza da natureza**. Trad. Ilana Heineberg. Porto Alegre : Ed. Sulina, 2ª ed., 2005.
- MORO, Rosemeri Segecin. **A vegetação dos Campos Gerais da escarpa devoniana**. in Carmencita de H. M. Ditzel e Cicilian L. L. Sahr (org.) **Espaço e cultura – Ponta Grossa e os Campos Gerais**. Editora UEPG, Ponta Grossa, 2001.
- MORO, Rosemeri Segecin; KACZMARECH Renoaldo. **Caracterização Geral da Vegetação da Bacia do Arroio Olarias**. in Alceu Gomes de Andrade Filho (Coord.). Planejamento Ambiental da Bacia do Arroio de Olarias. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Núcleo de Estudos em Meio Ambiente – NUCLEAM – Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, 2001.
- NETTO, Ana L. Coelho. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. in: **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**

- (GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B.da. org), pp. 93-144. 2.ed.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,1995.
- NETTO, LUIZ FORTE, et al (Coord.) **Plano Diretor de Ponta Grossa - Livro 1-** Prefeitura Municipal de Ponta Grossa – Secretaria de Planejamento, 1992.
- NOGUEIRA, C. R.; ROCHA, E. M. F. da; CRUZ, C. B. M. **Integração de variáveis sócio – econômicas em unidades ambientais, o caso da Bacia Hidrográfica de Guanabara, Rio de Janeiro.** Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 983-986.
- OKA-FIORI, Chisato. **Geomorfologia e dinâmica temporo-espacial da bacia do rio Itiquira: Pantanal Matogrossense – MT, MS.** Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UNESP, Rio Claro, 2002.
- OLIVEIRA Jr., R. C.; MEDINA, B. F. **A erosividade das chuvas em Manaus(AM).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.14 n° 2, p.235-239, 1990.
- PATTON, P.C.; BAKER, V.R. **Morphometry and floods in small drainage basins subject to diverse hydrogeomorphic controls.** *Water Resources Research*, 12(5):941-952, 1976.
- PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia.** IBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República. 3ª ed. Editora Bertran Brasil, Rio de Janeiro, 1980.
- PEREIRA, M. A. M. (Coord.). **Plano Diretor de Turismo de Ponta Grossa-2º vol.** Prefeitura Municipal de Ponta Grossa – Secretaria Municipal de Turismo e Meio Ambiente, 2002.
- PEREIRA, M. N.; KURKDJIAN, M. L. N. O; SAMPAIO, B. O. **Mapeamento do Uso da Terra do Município de São José dos Campos por Sensoriamento Remoto como subsídio para elaboração de seu P.D.D.I.** in: Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Municipal, 1987, São Paulo. Anais...Campos do Jordão: INPE, 1987.
- PETTS, G. E.; AMOROS, C. **Fluvial Hydrosystems.** Londres Chapman & Hall, 1996.
- PMPG. **Lei Orgânica do Município de Ponta Grossa –** Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, Secretaria Municipal de Administração e Negócios Jurídicos, 2005. Consultado em http://pg.pr.gov.br/files/legislacao/lom_consolidada_elom_41.pdf em 26/12/2005.

- PMPG. **Plano Diretor do Município de Ponta Grossa - Coletânea da Legislação** – Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, Secretaria Municipal de Administração e Negócios Jurídicos, Assessoria Legislativa, 2003. Consultado em http://pg.pr.gov.br/files/legislacao/plano_diretor_consolidado_2003.zip em 26/12/2005.
- REFOSCO, Júlio César; PINHEIRO, Adilson. **Impacto do Desflorestamento sobre o Regime Hídrico de uma Bacia Hidrográfica**. Revista de estudos ambientais, Blumenau, v.1, n.2, 18-26, mai / ago 1999.
- RESENDE, Mauro; CURI, Nilton; REZENDE, Sérvulo Batista de; CORRÊA, Gilberto Fernandes. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 2ed.- Viçosa: NEPUT, 1997.
- RIZZI, N. E. et al. **Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Canguiri – Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Curitiba, 1999.
- ROCHA, C.H.; WEIRICH NETO, P.H. **Conservação das Paisagens Remanescentes e Desenvolvimento Sustentável na Zona de Amortecimento ao Parque Estadual de Vila Velha - PR**. Relatório Técnico PROBIO - Edital FNMA/PRBIO 03/2001. Ponta Grossa - PR, 2005.
- RODRIGUES, C. S. **Análise empírico-experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do planalto paulistano: sub-bacia do reservatório Billings**. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- ROSS, Jurandy L. Sanches. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.
- _____. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista do Departamento de Geografia n.8, USP – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 1994.
- _____. **Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental**. Revista do Departamento de Geografia n. 9, USP – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 1995.
- ROSS, Jurandy L. Sanches; DEL PRETTE, Marcos Estevan. **Recursos Hídricos e as Bacias Hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental**. Revista do Departamento de Geografia n. 12, USP - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 1998.

- SAATY, T.L. (1977). **A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures**. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3).
- SANTOS, Milton –**Por uma geografia nova – Da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. 2ª ed, Editora Hucitec, São Paulo, 1980.
- SELBY, M. J. **Hillslopes materials and process**. Oxford, Oxford Univ. Press, 1982.
- SILVA, L. P. P. de, et al. **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, Thex Ed, 1999. 247p.
- SIMÕES, Margareth Gonçalves. **Modeladores Digitais de Terreno em Sistemas de Informação Geográfica**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia, UFRJ, Rio de Janeiro, 1993. Consultado em <http://www.inf.ufrgs.br/~rmpillat/Art4.pdf> , em 13/04/05.
- SOARES, Paulo César; FIORI, Alberto Pio. **Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia**. In Notícias Geomorfológicas, v.16, n.32:71, Campinas, 1976.
- SOUZA, Deodato Miguel de Paula, et al. **“Estabilização de Fundos de Vale no Meio Urbano em Ponta Grossa” – um enfoque interdisciplinar**. I Seminário Internacional sobre Problemas Ambientais dos Grandes Centros Urbanos – Eco Urb’s 92, Rio de Janeiro, maio de 1992.
- STRAHLER, A. N. **Hypsometric analysis of erosional topography**. Geological Society America Bulletin, 63: 1117-1142, 1952.
- TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.
- VALÉRIO, M. F. **Gerenciamento de Bacias Hidrográficas com aplicação de técnicas de geoprocessamento**. in: Sâmia Maria Tauk-Tornisielo (Org), et al. **Análise Ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: T.A. Queiroz/ Fundação Salim Farah Maluf; Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP, 1995.
- VALÉRIO, M. F.; SERAFIM, C. R.; DIAS, L. A. V. **Análise Temporal da Expansão Urbana em Área de Risco à Erosão com o Auxílio de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. IP&D - Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – UNIVAP consultado em <http://www.cartografia.org.br/xixcbccd/artigos/c5/CV-07/SBC99a.pdf> , em 01/06/2003.

- VELOSO, Henrique Pimenta; GOES FILHO, Luiz. **Fitogeografia brasileira – classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical**. Projeto RADAMBRASIL. Boletim Técnico, série Vegetação, Salvador, n.1, dez. 1982. 85p.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. – São Paulo, Ed. McGraw Hill do Brasil, 1975.
- XAVIER-DA-SILVA, J; **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro, RJ - 2001.
- WACHHOLZ, Flávio; PEREIRA FILHO, Waterloo. **A Aleatoriedade entre os Parâmetros Morfométricos e o Dimensionamento Hídrico das Microbacias Hidrográficas do Arroio Barriga – RS**. in V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 02 a 07 de Agosto de 2004.
- WEBER, E. J.; DUARTE, G. F.; FRANK, M.; HOFF, R.; ZOMER, S.; BASSANI, E.; JUNQUEIRA, I. **Estruturação de sistemas de informação ambiental em bacias hidrográficas: o caso da bacia hidrográfica do rio Caí- RS**. in. GIS Brasil 98 – IV Congresso e feira para usuários de geoprocessamento, Anais. Curitiba / PR, 1998.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall-erosion losses, a guide to conservation planning**. Washington, USDA, 1978. (Agric. Handbook, 537)
- ZAMBON, Kátia Livia, CARNEIRO, Adriano Alber de França M., SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da, *et al.* **Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoelétricas utilizando SIG**. *Pesqui. Oper.* [online]. May/Aug. 2005, vol.25, no.2 [consultado em 07 de dezembro de 2005], p.183-199. Available from World Wide Web: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010174382005000200002&lng=en&nrm=iso . ISSN 0101-7438.

ANEXOS

ANEXO 1 – Notícia 1

Casas correm risco de desabamento na Vila Coronel Cláudio Sem projetos em andamento na Prefeitura, famílias correm o risco de ter suas casas derrubadas na próxima chuva

Aproximadamente 20 famílias que residem na Rua Manoel Marques, antiga Rua Sete, da Vila Coronel Cláudio, estão em área de risco de desabamento nas proximidades do Arroio Coronel Cláudio, que hoje está totalmente poluído pelo esgoto. Muitas casas podem desabar com as próximas chuvas, e há oito meses Maria da Luz Portela e seu marido Valdir Portela perderam a casa. Maria, 62 anos, mora há 20 anos no local, e durante uma forte chuva sua casa e a do seu filho foram destruídas. "Desse jeito a gente nem consegue dormir sossegada, e se fosse possível eu me mudaria desde que para um lugar aqui na vila, pois gostamos de viver aqui", disse. Valdir, 63 anos, conta que acordou e viu que o terreno cedeu e a casa estava desabando. "Foi muito triste, e com a minha aposentadoria não conseguimos comprar outra propriedade, mas meu filho conseguiu, através da Prolar, um novo lote no Jardim Castanheira, mas eu e minha esposa só nos mudaremos se for aqui nas proximidades", relata.

Durvalina Gonçalves mora há 15 anos no local, junto com o marido e mais dois filhos, e sente o problema do esgoto em dias quentes, quando o mal cheiro se torna insuportável. "E, ainda, com a chuva a água do esgoto invade nosso terreno", reclama.

De acordo com o líder comunitário Osni Machado, 24 anos, essas famílias ocuparam a área desde o início de formação do bairro, há mais de 20 anos. "O problema vem se arrastando e agora o desabamento já está alcançando a rua, na próxima chuva não haverá como atravessar a antiga Rua Sete e a solução é o remanejamento dessas famílias, já que existem projetos prontos que poderiam beneficiar essas famílias", conta.

Para Osni, seria necessário a retirada, pelo menos, dessas famílias que estão em situação mais precária. "As famílias tem raízes e querem morar na Vila Coronel Cláudio, outros casos que também são de ocupação irregular ainda não correm risco e não há necessidade de se mexer", descreve.

Sem recursos

Para o secretário municipal de Planejamento, José Ribamar Krügger, a Prefeitura hoje não têm recurso para relocalar todas as famílias que vivem em áreas de risco na cidade. "Ponta Grossa é cortada por arroios e, são muitas as famílias que vivem em áreas de ocupação irregular e também em áreas de risco", completa.

Conforme os levantamentos do Departamento de Assuntos Comunitários toda a região das vilas Coronel Cláudio, Clóris, Princesa e Rio Branco têm grandes aglomerados de moradias de ocupação irregular. "De acordo com um levantamento de 2001, às margens do Arroio Coronel Cláudio são mais de 83 casas em área de ocupação irregular", declara a diretora do departamento, Rita de Cássia Correa.

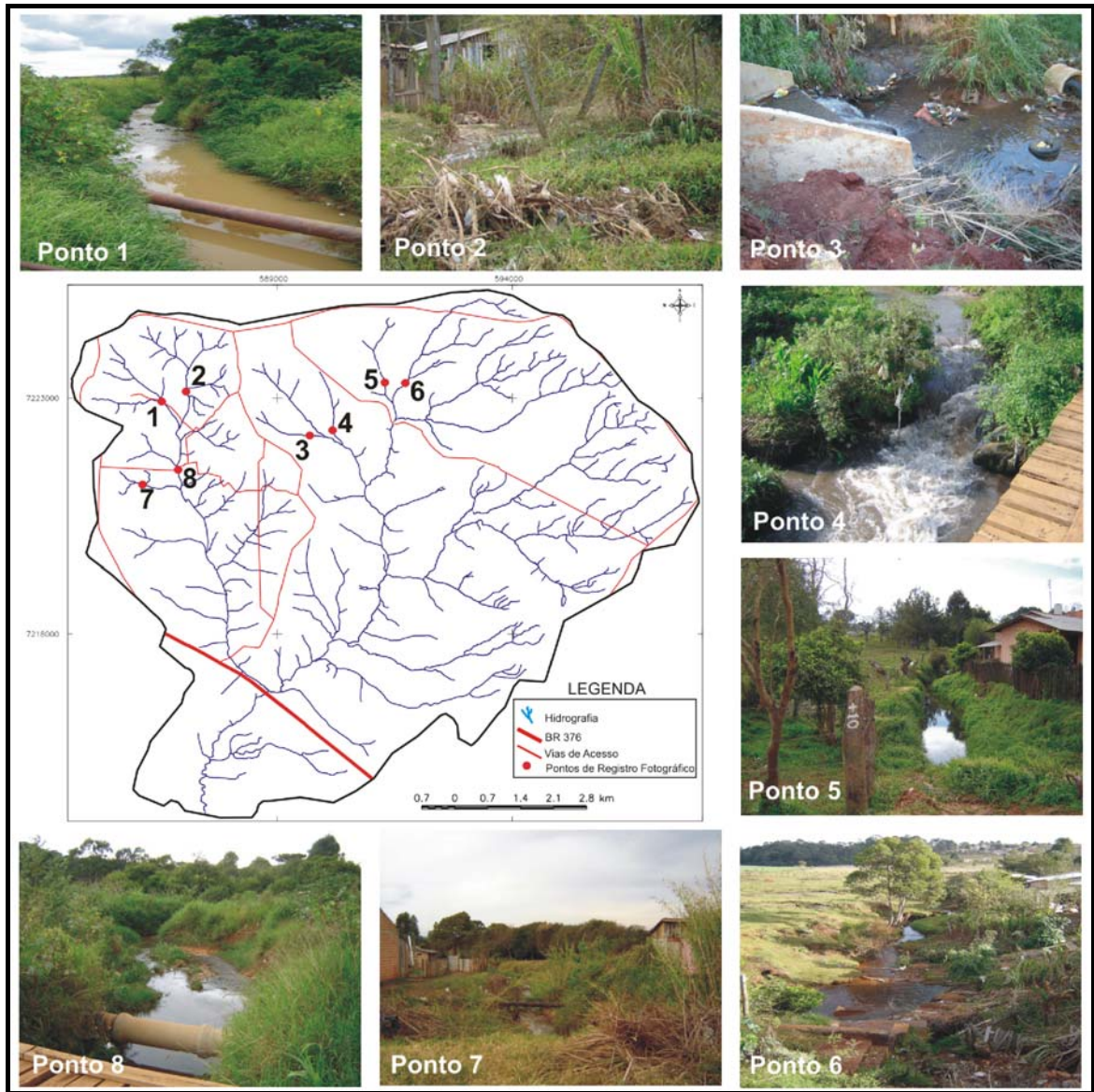
Teimosia

No total, o departamento estima que sejam oito mil casas em ocupação irregular em Ponta Grossa. "Há casos em que as famílias que foram as primeiras a ocuparem um local saem da área e outras acabam ocupando novamente a mesma área de risco", completa Rita. Segundo Rita não há projetos para a retirada das famílias das áreas

de risco para locais mais seguros. "Entretanto os casos mais urgentes estão sendo encaminhados, e na medida do possível, para os loteamentos, como ocorreu com os moradores do Arroio da Universidade, da Vila Vilela que foram encaminhados ao loteamento Estrela da Colina e outros", garante.

Consultado em <http://www.diariodamanha.com.br/050817/geral2.htm>, em 17/08/2005

ANEXO 2 – Esgotos e entulhos em determinados pontos de arroios na BHCC



ANEXO 3 – Exemplos de Capões próximos a áreas urbanas na BHCC



ANEXO 4 – Notícia 2

Prolar anuncia 2,1 mil lotes e abertura do programa do refis. Serão 36,2 alqueires que representam seis áreas destinadas a reduzir o déficit habitacional de Ponta Grossa

PONTA GROSSA – Mais 36,2 alqueires estão sendo adquiridos pela Companhia de Habitação de Ponta Grossa (Prolar), anunciou ontem o presidente da empresa, Raul Paulo Neto. Ao todo serão seis áreas, em várias regiões da cidade, que permitirão a criação de 2,1 mil lotes urbanizados ou receber idêntico número de casas. Na área denominada Jundiáí, situada no Bonsucesso, estão sendo adquiridos dois terrenos, com área total de 11 alqueires. Na gleba Jacarandá, na Vila Leila Maria, são mais três alqueires, e no Jardim Barreto, outros 3,8 alqueires. Existem ainda duas áreas que estão em processo de documentação e que somam 18 alqueires. A gleba Jacarandá, de acordo com o presidente da Prolar, receberá em poucos meses mais 72 casas. Essas moradias serão licitadas em até 30 dias, e serão construídas com recursos do programa 'Morar Melhor', do Ministério das Cidades. Paulo Neto anunciou também que estão em processo de regularização cerca de 3 mil lotes, comercializados antes do início deste ano. "Essa é uma necessidade", explica o presidente da Prolar, porque as pessoas que adquiriram esses terrenos "não podem fazer a escrituração e nem eventualmente financiar a construção de suas moradias". O trabalho, no entanto, não será realizado em curto prazo. A estimativa da Prolar é que a regularização seja completada apenas em 2008. Refis – Já está aberto o prazo para que mutuários inadimplentes da Prolar possam regularizar sua situação. Há um número considerável, segundo a companhia, de mutuários nessa condição, entre os mais de 3,5 mil contratos atualmente em vigor. O presidente da Prolar pretende, com esse programa, reduzir praticamente a zero esse índice. "Estamos oferecendo condições bem atraentes, e não existe um limite de valor para parcelamento", revela Paulo Neto. O mutuário em atraso que quitar sua dívida à vista terá desconto integral de juros e multa. Assim também que pagar à vista pelo menos 50% de seus débitos. Quem optar pelo pagamento em duas parcelas, terá direito a um desconto de 95%. Se fizer o pagamento em três parcelas, o desconto cai para 90%; em quatro, 85%; em 5 parcelas terá desconto de 80% e, finalmente, se optar por seis parcelas, terá direito a um desconto de 75%. Outra opção aberta pela Prolar é o pagamento mensal de duas prestações atrasadas, o que resultará num desconto de 50% para juros e multa, para quem aderir ao programa.

Consultado em <http://www.diariodoscamos.com.br/20050818/cidades.htm>, em 18/08/2005.

ANEXO 5 – Notícia 3

Mais de 1.500 moradias de ocupação poderão ser regularizadas
Mais de 450 moradores do Núcleo Santa Bárbara, depois de 14 anos de ocupação
irregular, poderão legalizar o imóvel com financiamento pela Caixa Econômica'

Mais de 1.500 famílias que ocupam áreas irregulares no Município terão a oportunidade de regularizar a situação e se tornarem proprietárias legais dos imóveis. O fato envolve moradores do Núcleo Santa Bárbara e de outras nove localidades. Para o gerente geral da Caixa Econômica Federal (CEF), Adriano Borges Rezende, a forma de regularização fundiária é pioneira, e somente Ponta Grossa foi beneficiada. "Para a cidade essa conquista foi muito boa, já o caso do Núcleo Santa Bárbara tem suas particularidades e finalmente está prestes a ser resolvido", acrescentou Adriano.

De acordo com a coordenadora geral da União por Moradias Populares, entidade que atua em Ponta Grossa e região, Roseli Vieira, uma verba de R\$ 70 mil será liberada, dentro de 30 dias, pelo Ministério das Cidades para regularização das moradias de famílias de baixa renda de nove localidades de Ponta Grossa, que somam 1.148 famílias. "Essas pessoas ocuparam há muito tempo essas áreas e não tem documentação", explicou Rose. A regularização envolve moradores da Vila Cristina, Vila Antunes (Conjunto Padre Roque), Vila Coronel Cláudio, Campo do Fubá (Boa Vista), Vila Senador Flávio Guimarães (Boa Vista), Vila Rio Branco, Vila Cara Cará, Vila Peixoto e Vila Hilgenberg.

Todas as famílias que poderão se tornar proprietários legais de suas áreas já estão cadastradas na entidade. "Com a liberação da verba, que será gerenciada pela Caixa Econômica Federal, haverá contratação de um topógrafo, um engenheiro, uma assistente social e, posteriormente, de um advogado que entrará judicialmente com pedido de usucapião para todas as famílias de baixa renda dessas áreas", descreve. A renda dos beneficiados deverá ser de dois salários mínimos. Os moradores terão de comprovar, judicialmente, pela apresentação de testemunhas ou comprovantes de pagamento de água e luz, que residem há mais de cinco anos no local para que o juiz conceda o direito de usucapião especial para propriedades de até 250 metros quadrados. "Depois de receber ganho de causa por parte do juiz, os proprietários poderão ir até o cartório para registrar o imóvel", completa.

Rose destaca que a questão traz benefícios para o Poder Público Municipal, que após os registros de legalização dessas propriedades, poderá requerer pagamento de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

A liberação pelo Ministério das Cidades, conforme Rose, aconteceu pelo esforço de oito meses de contato da entidade. "Isso não dependeu de influências políticas, porque a entidade é a única que trabalha com regularização fundiária e demonstrou esforço e vontade em minimizar esse problema", conta.

Rose enumera que existem, além desses, entre três e seis mil casos de ocupação irregular no Município, e que os moradores em áreas de risco não estão incluídos nessa regularização. "Consideramos áreas de risco aquelas localizadas a 30 metros dos arroyos, e esses casos precisam ser regularizados através do Programa Risco Zero, do governo municipal, para que sejam encaminhadas para outros terrenos", lembrou Rose ainda que o custo para remoção dessas famílias em áreas de risco é bastante elevado.

Santa Bárbara

No Núcleo Santa Bárbara, em que residem 472 famílias, a solução encontrada é diferente. Em acordo com a Caixa Econômica Federal, os moradores poderão fazer a quitação do imóvel à vista ou parcelarem em até 10 anos. Segundo José Carlos Fortunato, superintendente de Habitação da CEF, a negociação direta com os moradores deve iniciar nos próximos dias, e depende apenas de um posicionamento da Prefeitura sobre a isenção do IPTU atrasado para esses moradores, que vivem há quase 14 anos de forma irregular. "Por decisão judicial, que vem sendo protelada desde 1992, conseguiremos realizar novos contratos, dar a posse para esses moradores e isso é bastante positivo para a cidade, pois o problema do Núcleo Santa Bárbara era dos mais sérios de ocupação irregular", diz Fortunato que acredita na valorização dos imóveis dessa região após a regularização.

As propriedades localizadas na Avenida Tocantins, para os moradores que quitarem o imóvel, terão de disponibilizar valores entre R\$ 5 mil e R\$ 5.500, para pagamento à vista. Nas demais ruas do núcleo os imóveis variam de R\$ 4 mil a R\$ 4.500. "Na verdade as pessoas já aguardam esse contato que deverá ocorrer o mais breve possível, mas os moradores já foram cadastrados e deverão ser chamados para comparecerem na CEF de forma escalonada", explica.

A CEF construiu o Núcleo Santa Bárbara em 1992 e após a construção das casas, as propriedades foram invadidas e desde então os moradores residem de forma irregular no local. "Um grande problema social pontagrossense está prestes a ser solucionado, e a situação é favorável pois as pessoas passam a ter documentação desses imóveis", finaliza.

Consultado em www.diariodoscamos.com.br em 04/11/2005.

ANEXO 6 – Notícia 4

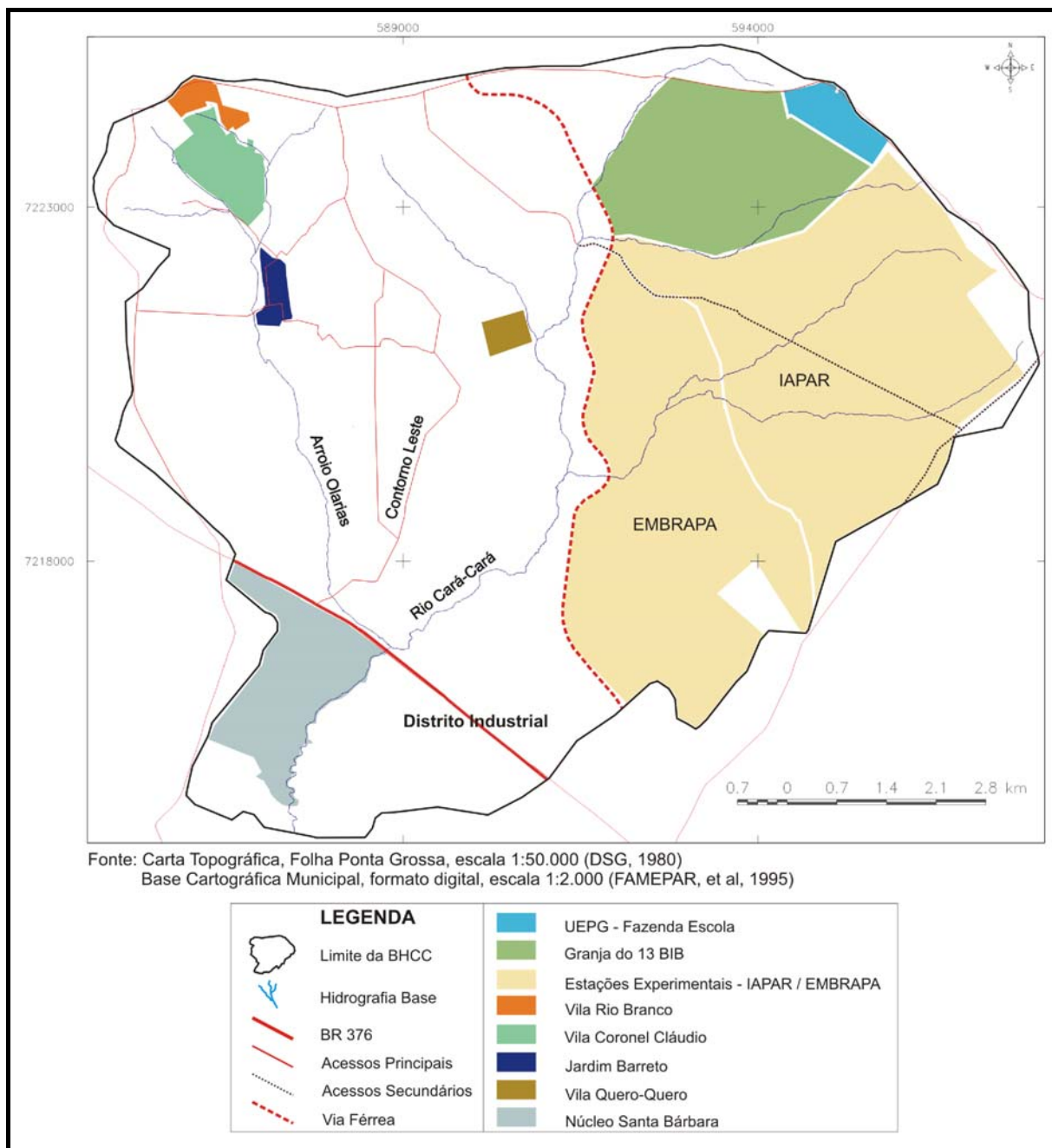
Quero-Quero terá 156 casas

O Conjunto Quero-Quero, em Ponta Grossa, receberá 156 casas populares. A assinatura do convênio ocorreu na manhã de ontem entre o prefeito, Pedro Wosgrau Filho, e o presidente da Companhia Paranaense de Habitação (Cohapar), Luiz Cláudio Romanelli. Em todo o Paraná, serão construídas pela Cohapar 577 unidades habitacionais em parceria com a Caixa Econômica Federal. As casas são destinadas a pessoas de baixa renda. Elas contam com subsídio oficial. Segundo o chefe do escritório da Cohapar na cidade, Lourival Giovanni Stadler, a maior parte do subsídio é bancada pelo governo federal e o restante pelo governo do Estado, através da Cohapar. Pelo convênio, o município vai conceder isenções de taxas e fornecer a infraestrutura, e a Cohapar fornecerá o terreno e a execução da obra, que será custeada com recursos fornecidos pela Caixa Econômica Federal. Cada uma das casas terá 32 metros quadrados.

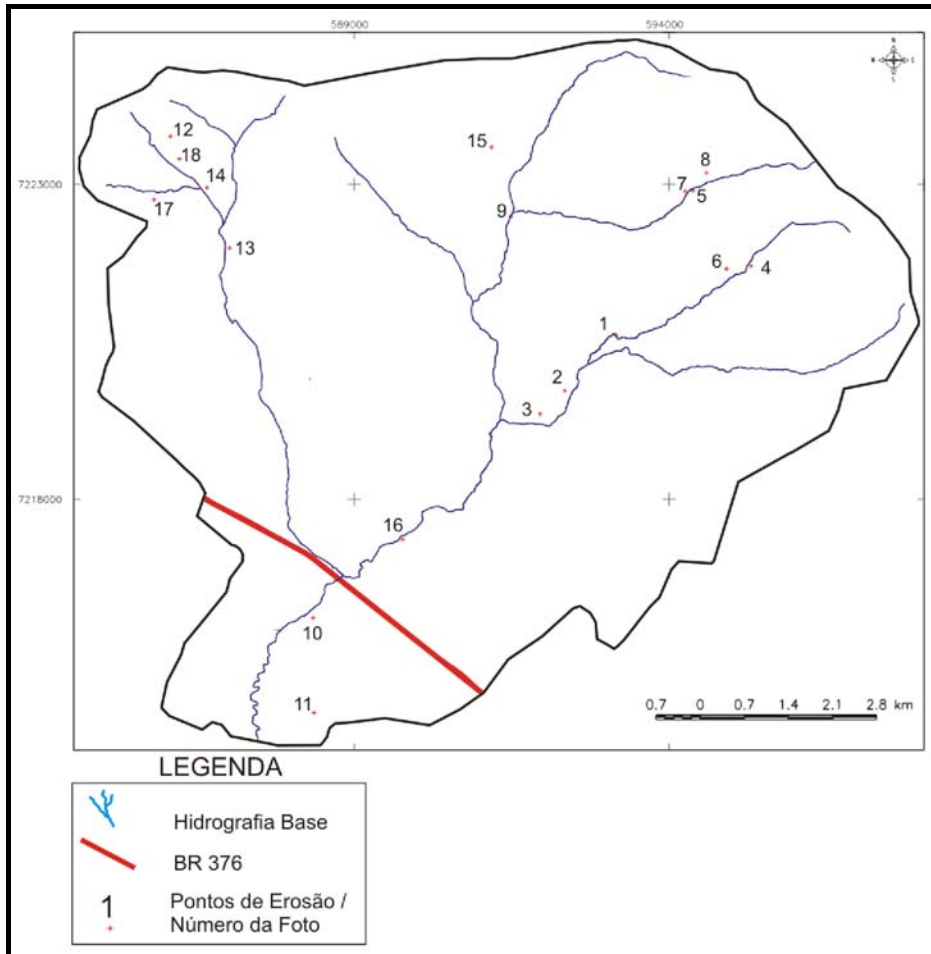
De acordo com o que prevê a Instrução Normativa 460, da Caixa, as moradias são destinadas a famílias com renda de até um salário mínimo. As famílias selecionadas, no entanto, pagarão parcelas mensais de R\$ 40 durante seis anos. O restante do custo da casa, orçada em R\$ 11 mil, será bancado pelo programa de subsídio habitacional do governo federal e da própria Cohapar. Durante a assinatura do convênio, ontem, o prefeito disse que além dos investimentos em saúde e educação, a habitação popular deve ser vista como “desafio urgente” por todos os governantes. Segundo o prefeito, um recadastramento feito no início do ano passado mostra que a cidade tem hoje uma lista de sete mil pessoas, na fila da casa própria. Déficit – Representando a União por Moradia Popular, Roseli Vieira declarou que a cidade tem um “déficit muito grande” de moradias, mas que os governantes da cidade “estão se sensibilizando com as famílias carentes”.

Consultado em <http://www.diariodoscamos.com.br/20060126/cidades.htm>, em 26/01/2006

ANEXO 7 – Referências espaciais sobre tendências e restrições à ocupação urbana na BHCC



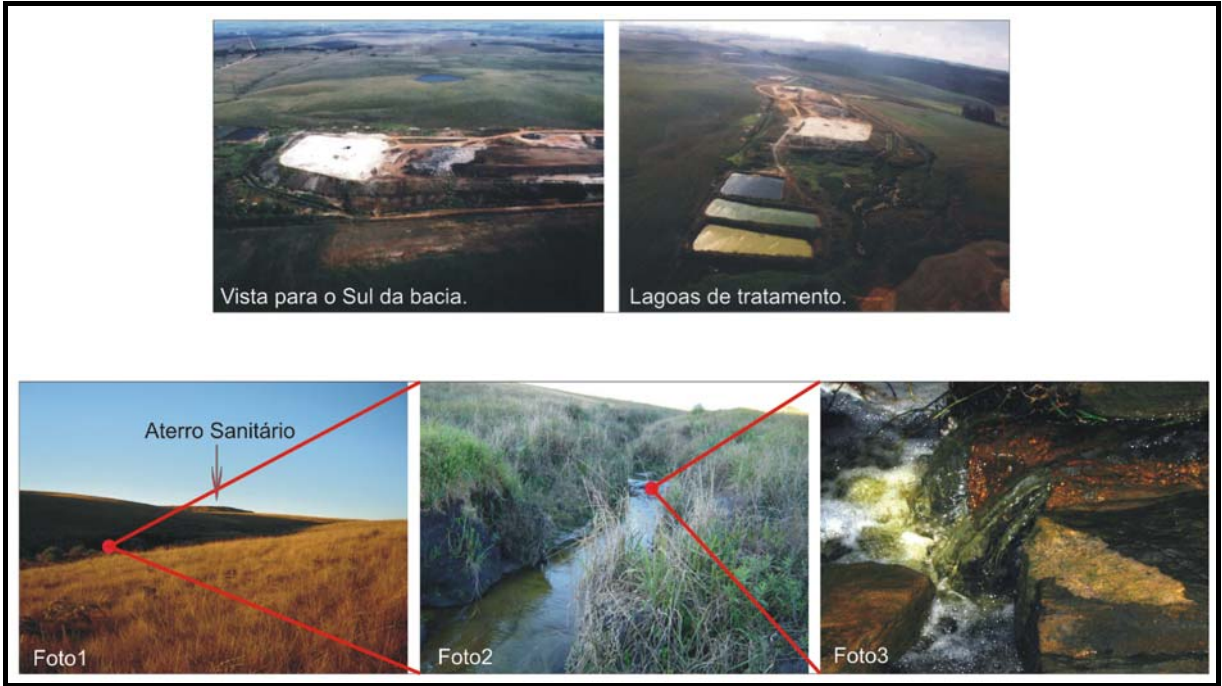
ANEXO 8 - Pontos de erosão na BHCC



ANEXO 9 – Fotos dos pontos de erosão na BHCC



ANEXO 10 – Aterro Sanitário – vistas aéreas e possível ponto de contaminação



ANEXO 11 – Notícia 5

Ponta Grossa Ambiental constrói nova célula sanitária
A nova célula sanitária que está sendo construída pela Ponta Grossa Ambiental terá capacidade para receber até 83 mil toneladas de lixo no prazo de dois anos

O diretor da Ponta Grossa Ambiental, Marcus Vinícius Borsato, apresentou ontem para o prefeito Pedro Wosgrau Filho, secretários, representantes do Ministério Público e do Instituto Ambiental do Paraná, a nova célula de expansão do Aterro Controlado do Botuquara. Na quinta-feira a empresa iniciou a colocação da manta de impermeabilização do solo com rede de drenagem numa área de 13 mil metros quadrados. Todo o chorume que for produzido dentro da célula será carreado através de drenos para as lagoas de decantação, permitindo que nenhum tipo de resíduo penetre no solo. Essa tecnologia é utilizada nos aterros sanitários, diferente dos lixões ou aterros controlados, em que não há captação e tratamento do chorume. Até a próxima segunda-feira, a manta deverá estar totalmente colocada para receber a proteção mecânica que consiste na colocação de 50 centímetros de terra compactada para proteger a manta durante a operação de descarga do lixo.

A nova célula sanitária está sendo construída com alta tecnologia e terá capacidade para receber até 83 mil toneladas de lixo. Dependendo da compactação e da maneira como o processo for conduzido durante a operação da célula o tempo de vida útil pode ser ampliado. A expectativa mínima é de um ano e meio de operação, e o investimento da empresa é de R\$ 500 mil. Dentro de 45 dias, quando esgota a terceira camada de deposição de lixo do Aterro Controlado do Botuquara, a nova célula poderá ser utilizada.

Aterro

A nova célula resolve, ao menos por enquanto, o problema mais urgente da deposição de lixo. O contrato com a Ponta Grossa Ambiental, empresa responsável pela coleta do lixo na cidade, termina no final do ano, e de acordo com Wosgrau, a expectativa é de renovar o contrato por mais um ano, até que sejam concluídos os estudos de um novo sistema para implantação de um aterro sanitário. O prefeito lembrou que quando assumiu a Prefeitura, em janeiro deste ano, havia um problema urgente a ser resolvido, e que foi rapidamente equacionado. "Pelo menos por dois anos, estamos com o problema parcialmente resolvido".

Nesse meio tempo, a idéia é definir a seqüência de um projeto para novas células ou ainda implantar o aterro sanitário. Dentro de um ano, um novo projeto deverá estar pronto. Wosgrau defende que o melhor local para continuar depositando o lixo é numa área ao lado do Aterro Controlado do Botuquara, que pertence para a Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Embrapa). "Vamos tentar negociar para que o aterro sanitário possa ser instalado aqui mesmo", diz.

Para o presidente da Organização não Governamental Planeta Azul, Edílson Gorte, a nova célula é o início de um aterro sanitário dentro das normas ambientais exigidas.

"Estou muito satisfeito em ver que um grave problema ambiental está sendo solucionado".

IAP

A representante do IAP, Maria de Fátima dos Santos Gomes, destacou que a nova célula é uma medida importante, porque vai evitar a contaminação do lençol freático, com a captação e tratamento do chorume.

Consultado em www.diariodamanha.com.br, em 06/08/2005.