

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA

RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: UM ESTUDO DE CASO DA
BACIA DO CÓRREGO FUNDO, AQUIDAUANA/MS

ELISÂNGELA MARTINS DE CARVALHO

AQUIDAUANA/MS

2007

ELISÂNGELA MARTINS DE CARVALHO

RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: UM ESTUDO DE CASO DA
BACIA DO CÓRREGO FUNDO, AQUIDAUANA/MS

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração em Planejamento e Gestão Ambiental, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Pinto

AQUIDAUANA/MS

2007

TERMO DE APROVAÇÃO

ELISÂNGELA MARTINS DE CARVALHO

**RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: UM ESTUDO DE CASO DA
BACIA DO CÓRREGO FUNDO, AQUIDAUANA/MS**

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia, da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Pinto

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Prof. Dr. Mercedes Abid Mercante

Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal -
UNIDERP

Prof. Dr. Valter Guimarães

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

AQUIDAUANA/MS

2007

DEDICATÓRIA

Á minha família pela paciência e
compreensão nesse período.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela força e amor e a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho. Em especial a:

- Prof. Dr. André Luiz Pinto, pela confiança e paciência nas horas de orientação;
- Aos amigos de todas as horas Marcos e Priscila, sem os mesmos o mestrado não teria a mesma graça;
- Aos companheiros do Laboratório de Geoprocessamento – João Lucio Echeverria, João Cândido, Ricardo Miranda e Frederico Gradella, que suportaram minhas intermináveis dúvidas metodológicas;
- Ao amigo Valdecy Oliveira de Souza que contribuiu para a realização dos trabalhos de campo na bacia;
- Aos professores: Jaime Ferreira da Silva e Renato Prates Garcia pelo empréstimo de materiais e dúvidas solucionadas;
- As professoras: Elionete de Castro Garzoni, Greice Aparecida Domingos Feliciano, Maria do Socorro, Vicentina Socorro da Anunciação pelo apoio e companheirismo em todos os momentos.

EPÍGRAFE

Êxito e derrota são duas bandejas que retêm
matérias-primas diferentes, mas que nos conduzem
ao mesmo legado sublime: o aprendizado.

Batuíra

RESUMO

A dinâmica das bacias hidrográficas é expressa pela interação dos subsistemas natural, construído, socioeconômico e produtivo, que retratam os princípios de unidade, complexidade e totalidade, caracterizadas pela sua localização, extensão, correlação, evolução e causalidade, constituindo-se em excelente unidade de estudo e de planejamento. A bacia do Córrego Fundo localiza-se no município de Aquidauana, à leste da cidade. Ocupa uma área de 4.609 ha, que drenam terrenos do Planalto de Maracajú/ Campo Grande em direção à Depressão do rio Aquidauana, englobando 14 propriedades que utilizam-se de suas águas superficiais e subterrâneas. A principal atividade sócio-produtiva desenvolvida na bacia é a pecuária bovina extensiva de corte, para a engorda. Desenvolvida com animais nelore de alta linhagem, porém com manejo inadequado do gado e do solo e desrespeito às áreas de proteção permanente, que estão comprometendo a qualidade das águas da bacia. Para contribuir para o equacionamento desse desequilíbrio ambiental, identificaram-se os riscos ambientais à qualidade das águas superficiais da bacia a partir de modelo sistêmico de funcionamento, que demonstra os fluxos de energia e matéria, e suas interações. A partir do levantamento dos elementos do meio biofísico e da aplicação de questionários de campo, foram elaboradas cartas temáticas, caracterizando os elementos dos subsistemas natural, construído, social e produtivo, permitindo com suas sobreposições a identificação e classificação dos riscos ambientais da bacia. Sendo os mais graves, a substituição da mata nativa pela pastagem cultivada, em áreas com declives superiores a 30%, o uso deficiente de técnicas conservacionistas de plantio e manejo das pastagens e o desmatamento das áreas de preservação permanente, que estão contribuindo para a perda de solo e carreamento de sedimentos e resíduos para os canais fluviais, comprometendo os parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas. Necessitando assim, informações precisas de riscos potenciais e presentes, para a elaboração de mecanismos para o ordenamento e uso deste território, visando otimizar o uso dos recursos e minimizar os danos ambientais gerados na bacia. Sobre tudo na qualidade de suas águas, visto que, a bacia tem sua foz a apenas 8 Km à montante do ponto de captação da Empresa de Saneamento Básico de Mato Grosso do Sul – SANESUL, que abastece a cidade de Aquidauana de água tratada.

Palavras Chaves: Bacia Hidrográfica, Cartas Temáticas, Riscos Ambientais.

ABSTRACT

The dynamics of the hydrographic basins is express for the interaction of the subsystems natural, constructed, socio-economic and productive, that portrays the principles of unit, complexity and totality, characterized for its localization, extension, correlation, evolution and causality, consisting in excellent unit of study and planning. The basin of the Deep Stream (Córrego Fundo) is situated in the city of Aquidauana, to the east of the city. The basin occupies an area of 4.609 hectares, that they drain lands of Plateaus of Maracajú/Campo Grande in direction to the depression of the river Aquidauana, and comprises 14 properties that are used of its superficial and underground waters. The main developed partner-productive activity in the basin is the cattle extensive bovine of cut, for the fattening. Developed with Nelore animals of high ancestry, however with inadequate handling of the cattle and the ground and disrespect to the areas of permanent protection, that is compromising the quality of waters of the basin. To contribute for the analysis of this ambient disequilibrium, were identified the ambient risks to the quality of superficial waters of the basin from systemic model of functioning, that demonstrates to the flows of energy and substance, and its interactions. From the survey of the elements of the biophysical ambient and the application of field questionnaires, thematic letters had been elaborated, characterizing the elements of the subsystems natural, constructed, social and productive, allowing with its overlapping the identification and classification of the ambient risks of the basin. Being most serious, the substitution of the native bush for the cultivated pasture, in areas with superior declivities 30%, the deficient use of conservationists techniques of plantation and handling of the pastures and the deforestation of the areas of permanent preservation, that are contributing for the loss of the soil and carry of sediments and residues for the fluvial canals, compromising the physical, chemical and biological parameters of waters. Thus needing, necessary information of potential risks and gifts, for the elaboration of mechanisms for the order and use of this territory, aiming at to optimize the use of the resources and to minimize the generated ambient damages in the basin. Over all in the quality of its waters, since, the basin has its estuary only the 8 km to the montante of the point of captation of the Company of Basic Sanitation of South Mato Grosso - SANESUL, that supplies the city of Aquidauana of treated water.

Keys words: Hydrographic Basin, Thematic maps, Enviromental Risks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS.....	16
Figura 02 - Modelo de análise de funcionamento, ordenamento, gerenciamento e controle de bacias hidrográficas	29
Figura 03 - Fluxograma demonstrando os principais usos do solo e possíveis interferências nos recursos hídricos	46
Figura 04 - Modelo simplificado de funcionamento e análise de Bacias Hidrográficas.....	49
Figura 05 - Fluxograma para elaboração da carta de risco, elaborado por Augusto Filho (1994)	59
Figura 06 - Modelo da metodologia de análise de Risco Ambiental Tecnogênico, proposta por Martos (1999).....	63
Figura 07 - Relação entre processos, eventos e riscos ambientais	67
Figura 08 - Modelo simplificado para elaboração da carta de risco ambiental para Bacias Hidrográficas	69
Figura 09 - Fluxograma para elaboração da carta de riscos do Meio Biofísico da Bacia do Córrego Fundo.....	78
Figura 10 - Carta base da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	79
Figura 11 - Carta Fundiária da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS.....	81
Figura 12 - Carta de Unidades Morfoestruturais da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	83
Figura 13 - Carta Geológica da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS.....	85
Figura 14 - Carta de declividade da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	88
Figura 15 - Pluviosidade média do município de Aquidauana/MS, no período de 1931 a 1990	91
Figura 16 – Carta de Uso e ocupação do solo da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS, em 1996	92
Figura 17 – Carta de Uso e ocupação do solo da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS, em 2006	93

Figura 18 - Carta de riscos do meio biofísico da bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	97
Figura 19 - Fluxograma para elaboração da carta de riscos do meio sócio organizacional da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	104
Figura 20 - Carta de Riscos do meio sócio organizacional da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	116
Figura 21 - Modelo simplificado para elaboração da carta de riscos ambientais.....	120
Figura 22 - Carta de Localização dos pontos de coleta na bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	123
Figura 23 - Carta de Riscos Ambientais da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	125
Figura 24 - Canal perene, área utilizada pelo gado na Fazenda São Bento.....	126
Figura 25 - Localização de curral na margem do Córrego Seco, no Sítio São Cristóvão	130
Figura 26 - Afluente efêmero da margem direita do córrego Fundo, localizado na Fazenda Ana Lu que recebe grande volume de água no período chuvoso, quando transporta para o canal elevada carga de sedimentos	133
Figura 27 - Estrada localizada na Fazenda Santa Maria, a não manutenção e o pisoteio constante do gado provoca perda de solo, mesmo em áreas com declives suaves.....	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Modelo de Formulário de Análise Preliminar de Risco Ambiental	62
Tabela 02 - Tabela para Análise Preliminar de Risco Ambiental Tecnogênico - Mineração	63
Tabela 03 - Área Total das Propriedades.....	82
Tabela 04 - Área das Propriedades na Bacia	82
Tabela 05 – Evolução do Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Córrego Fundo, em 1966 e 2006	94
Tabela 06 - Número de Domicílios, Habitantes e Estrutura Etária na Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	103
Tabela 07 - Escolaridade e Relações Sociais de Produção da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	106
Tabela 08 - Formas de Abastecimento de Água da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	108
Tabela 09 - Informações Referentes ao Subsistema Produtivo da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS	110
Tabela 10 - Resultados Obtidos com as Análises de todas as Estações do ano, Inverno, Primavera, Verão e Outono	128

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Definição dos principais termos utilizados na análise de risco ambiental, e em particular, os associados a escorregamentos (IUGS Working Group – Committee on Risk Assessment, 1997).....	35
Quadro 02 - Riscos atmosféricos e geológicos Augusto Filho et al (1990).....	37
Quadro 03 - Conceituação dos termos: evento, acidente, risco e análise de risco, naturais ou geológicos, Augusto Filho et. al (1990)	37
Quadro 04 - Conceitos de acidente, evento e risco, Cerri (1993)	38
Quadro 05 - Divisões do risco ambiental, Cerri (1993).	38
Quadro 06 - metodologia desenvolvida para elaboração da carta de risco, segundo Libault (1971)	60
Quadro 07 - Classificação da Declividade	87
Quadro 08 - Classificação da Declividade da Bacia do Córrego Fundo.....	89
Quadro 09 - Processos e eventos do Meio Biofísico que podem gerar alterações na qualidade das águas da bacia do Córrego Fundo	96
Quadro 10 - Processos e eventos do Meio Sócio Organizacional que podem gerar alterações na qualidade das águas da bacia do Córrego Fundo.....	115
Quadro 11 - Relação das Classes dos Tipos de Água Segundo CONAMA 357/05 e seus respectivos usos	122
Quadro 12 - Processos e eventos que podem gerar alterações na qualidade das águas da bacia do Córrego Fundo.....	124

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
I - O SISTEMA BACIA HIDROGRÁFICA.....	18
II - RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS	33
III - CARTA DE RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS	53
IV - RISCOS DO MEIO BIOFÍSICO DA BACIA DO CÓRREGO FUNDO	77
V - RISCOS DO MEIO SOCIO ORGANIZACIONAL DA BACIA DO CÓRREGO FUNDO	102
VI - RISCOS AMBIENTAIS DA BACIA DO CÓRREGO FUNDO	119
CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
APÊNDICE	150

INTRODUÇÃO

A ocupação de áreas, sem o conhecimento prévio de suas suscetibilidades e restrições de uso, podem gerar desequilíbrios ao meio biofísico e sócio organizacional dos sistemas, acarretando muitas vezes, em prejuízos ambientais e sociais. Por essa razão é de fundamental importância a compreensão das relações existentes entre os componentes do sistema, não só para entender seu funcionamento, como também, promover o ordenamento do uso, ocupação e gestão sustentável dos sistemas ambientais.

A prática de atividades rurais sem o emprego de técnicas conservacionistas de uso, ocupação e manejo do solo, e da capacidade de suporte do meio biofísico, vem provocando crescentes, desastrosos e irreversíveis desequilíbrios ambientais. Christofolletti (1987) salienta a fragilidade dos sistemas ambientais, ao afirmar que “ao romper o desequilíbrio do sistema natural, outros componentes do meio físico tendem a se modificar”. Como é o caso da mudança climática em escala planetária, gerada pelo uso indiscriminado de combustíveis fósseis e a emissão do CO².

Na complexa interação dos subsistemas natural, construído, social e produtivo, o meio natural funciona como palco para as atividades sócio produtivas, que se espacializam na paisagem através das construções antrópicas, segundo suas potencialidades e limitações ambientais.

As atividades socioeconômicas desenvolvidas pela atual sociedade globalizada de consumo, geram mudanças indesejáveis para os ecossistemas terrestres, em especial, para os seus subsistemas naturais, pois cada vez mais se apropria da natureza e após o consumo gera-se enorme gama de resíduos, que consistem em fontes de contaminação e poluição nos sistemas ambientais.

Daí a importância do conhecimento das características dos elementos dos subsistemas natural e socioeconômico, utilizando-se como unidade de estudo as bacias hidrográficas, que possuem limites físicos precisos, de fácil monitoramento, mensuração e estipulação dos riscos ambientais potenciais e presentes, que os sistemas são submetidos, e que comprometem a produção, a qualidade de vida e a integridade do sistema em sua plenitude.

A bacia hidrográfica corresponde a um sistema biofísico e sócioeconômico, integrado e interdependente, contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, enfim todos os habitats e unidades da paisagem. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela

linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de água entre uma bacia e outra adjacente (ESPÍNDOLA, 2000).

Para Pires e Santos (1995), devido ao caráter integrador das dinâmicas ocorridas nas unidades ambientais, e entre elas, as bacias de drenagem revelam-se excelentes áreas de estudo para o planejamento. Carpi Junior (2001), complementa:

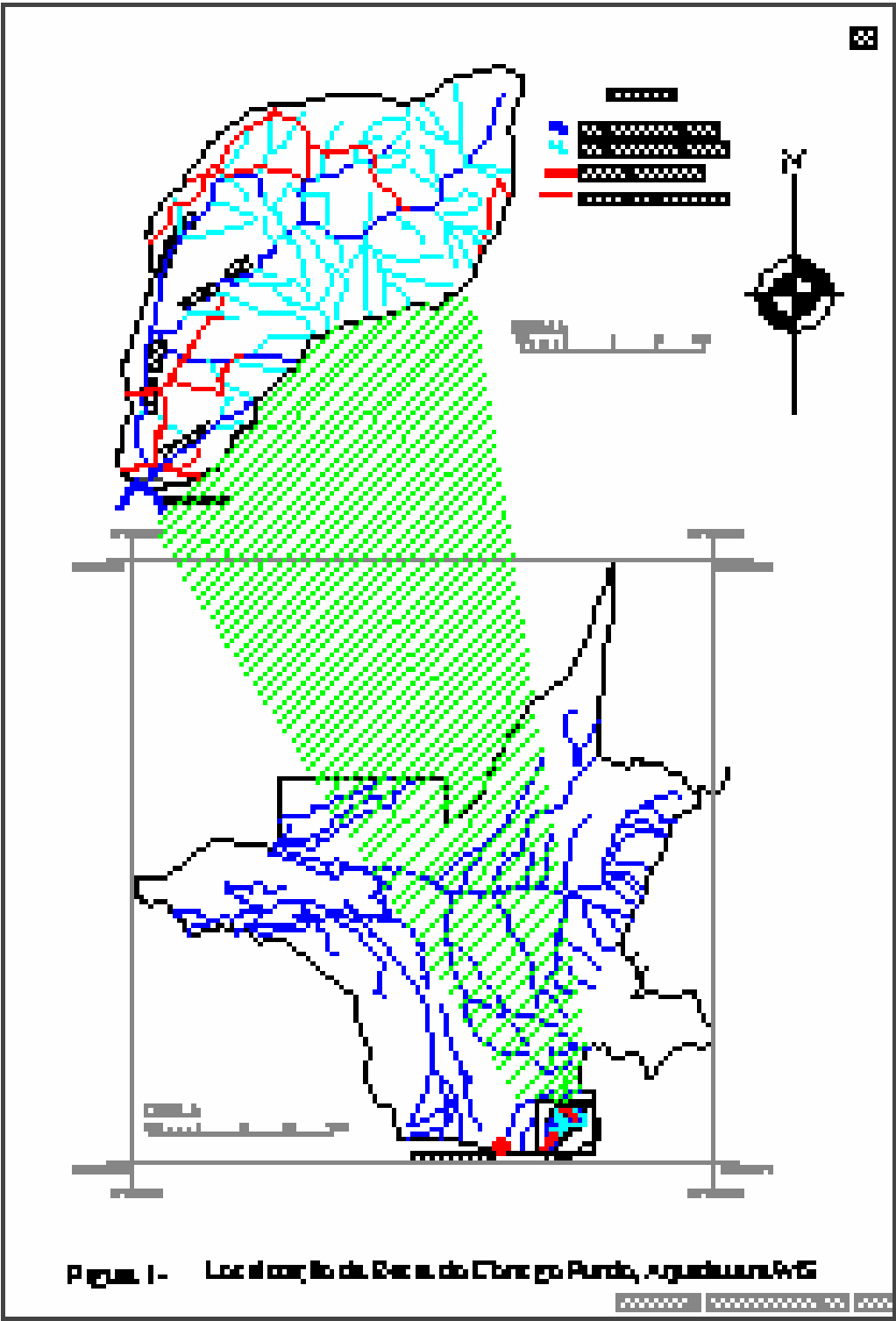
a bacia hidrográfica se constitui em uma unidade geográfica importante para esses estudos, fundamental para a conservação e manejo dos recursos naturais, como a água e o solo. Os problemas de uma bacia hidrográfica não podem ser tratados isoladamente, pois podem envolver sistemas fluviais em extensas áreas geográficas, e as soluções dos problemas locais devem ser tomadas em consonância com as interações ambientais e econômicas de ocupação de toda a bacia.

Assim a dinâmica da bacia hidrográfica, expressa as características de suas unidades, suas complexas interações, retratando sua dinâmica que se espacializam e tipificam fenômenos passivos de serem classificados e analisados conforme sua localização, extensão, correlação, evolução e causalidade, tendo como principal indicador de qualidade ambiental a água.

Visando dar maior fundamentação teórica para a proposta metodológica, foram desenvolvidos modelos de análise de funcionamento sistêmico de bacias hidrográficas, e modelos teóricos de riscos ambientais que subsidiaram a elaboração da carta de riscos ambientais em Bacias Hidrográficas, tendo a água como principal indicador de qualidade. Sendo os riscos ambientais a probabilidade de processos desencadearem eventos que possam comprometer a qualidade das águas, gerando reflexos aos subsistemas naturais, construídos, sociais e produtivos.

Como estudo de caso para avaliar a eficiência desta proposta de análise, escolheu-se a bacia do Córrego Fundo, localizada no município de Aquidauana, com área de 4.609 ha, drenando terrenos do Planalto de Maracaju/Campo Grande e da Depressão do Rio Aquidauana. Situada entre as coordenadas geográficas de 20° 23' 28" a 20° 28' 41" de latitude Sul e 55° 30' 42" e 55° 41' 42" de longitude Oeste de Greenwich, a aproximadamente 12 km à montante da cidade de Aquidauana (**Figura - 01**).

A Bacia possui 14 propriedades que utilizam de suas águas superficiais e subterrâneas para o abastecimento domiciliar e para as atividades produtivas. Na bacia se destaca a pecuária extensiva de corte, para engorda, que vem substituindo a mata nativa pela pastagem cultivada, mesmo em áreas que deveriam ser de preservação permanente, como as matas



ciliares e as encostas com mais de 30% de declividade, com deficiência no uso de técnicas conservacionistas, em terrenos bem drenados de alta porosidade, desprotegidos contra a ação da dinâmica climática.

Necessitando de mecanismos de ordenamento de usos de seus solos, para minimizar os danos ambientais na bacia e na cidade de Aquidauana, pois a bacia tem sua foz a 8 Km, à montante do ponto de captação da Empresa de Saneamento Básico de Mato Grosso do Sul – SANESUL, que abastece a cidade de água.

Como a principal atividade desenvolvida na bacia é a pecuária extensiva de corte, para engorda, serão avaliados apenas os riscos ambientais gerados por ela, à qualidade de suas águas superficiais.

Para a operacionalização da pesquisa foram levantadas informações referentes ao subsistema natural, a partir de carta topográfica, da interpretação de imagens de satélite e de trabalhos de campo, gerando cartas na escala de 1:100.000.

As informações complementares referentes ao subsistema construído, social e produtivo foram levantadas a partir da aplicação de questionários de campo em todas as propriedades da bacia, buscando levantar informações a respeito das características da população quanto a sua: (idade, sexo, origem, escolaridade, ocupação funcional, renda per capita e domiciliar, relações sociais de produção, etc.) assim como, a área destinada à pastagem e as demais culturas, tamanho das invernadas, formas de plantio e manutenção, tipo e quantidade de animais, forma de manejo dos rebanhos, subsidiando assim a identificação e posterior mapeamento dos riscos à qualidade das águas superficiais inerentes a tais características.

Assim, com a preocupação em avaliar o funcionamento do sistema bacia do Córrego Fundo, identificou-se os riscos ambientais à qualidade das águas superficiais da bacia a partir de modelo sistêmico de funcionamento que demonstrou os fluxos de energia e matéria, e suas interações, contribuindo para o entendimento da complexidade do sistema, subsidiando assim, o planejamento territorial e a gestão ambiental da bacia.

I - O SISTEMA BACIA HIDROGRÁFICA

As diversas formas de uso e ocupação do solo podem intensificar uma série de processos que geram: erosão, assoreamento, contaminação das águas, do solo e do ar, necessitando, assim, de informações referentes ao meio biofísico e sócio organizacional para se considerar de forma integrada as restrições, susceptibilidades e vocação da terra, minimizando conseqüências que podem influenciar no equilíbrio dos sistemas ambientais e na qualidade de vida da população que os habitam.

A carência de informações relacionadas ao meio físico, juntamente com a prática de atividades aliadas à deficiência de técnicas conservacionistas, sem considerar a capacidade de suporte do meio físico, ocasionam desequilíbrios nos sistemas ambientais. Christofolletti (1987) afirma que “o desequilíbrio de um sistema, deve-se ao romper o equilíbrio do seu sistema natural, que gera alterações em seus outros componentes”.

Tricart (1976) afirma que o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas ambientais, definindo-o como: “um conjunto de fenômenos que se processam, mediante fluxos de matéria e energia, e que esses fluxos originam relação de dependência mútua entre fenômenos”.

Existe uma estreita relação entre todos os elementos componentes de um sistema, a modificação de um deles ocasiona mudanças no sistema como um todo, desde os elementos naturais até as formas de organização sócio-produtiva.

Haigh (1985 apud CRHISTOFOLETTI, 1999) assinalou que “um sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas”.

Para o entendimento da totalidade de um sistema, importante se torna a compreensão da dinâmica e inter-relações existentes entre os componentes que compõem o mesmo, assim como da matéria e energia provenientes do sistema, e de sistemas adjacentes.

Desta forma, para a mensuração da totalidade de um sistema, torna-se necessário conhecer suas partes componentes, identificando suas características e a influência dos mesmos nos demais elementos, subsidiando assim, o entendimento e o nível das interações existentes, sendo estas fundamentais para o entendimento da complexidade do sistema.

Chorley e Kennedy (1971 apud CRHISTOFOLETTI, 1999) salientaram o aspecto conectivo do conjunto, formando uma unidade, escrevendo:

Um sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem em componentes ou variáveis (isto é, fenômenos que são passíveis de assumir magnitudes variáveis) que exibem relações discerníveis uns com os outros e operam conjuntamente como um todo complexo, de acordo com determinado padrão.

Para Sotchava (1977), a perspectiva sistêmica “permite a identificação da diversidade de interações dos níveis internos de uma paisagem, sua funcionalidade, seu estado e suas relações com o meio”.

Assim, a problemática ambiental não pode ser entendida a partir de uma análise fragmentada, em que normalmente informações são levantadas a respeito do meio natural ou apenas do meio socioeconômico. O entendimento da interação existente entre os diversos elementos componentes de um sistema, torna-se primordial para a mensuração dos problemas existentes e possíveis formas de contenção dos mesmos.

A partir do momento que se conhece as interações existentes, assim como o peso e importância de cada elemento, e as influências internas e externas ao sistema, torna-se possível propor formas de uso e ocupação do solo, minimizando os impactos ambientais.

Tropmair (2004) lembra que, “como geógrafos não devemos estudar o meio físico como produto final, como objetivo único e isolado em si, mas como o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles o homem vivem, se conectam e desenvolvem suas atividades”.

Conforme Monteiro (2000), diante da necessidade de estudos integradores em geografia o grande desafio para o geógrafo é e sempre foi o esforço em relacionar os fatos ditos físicos e os humanos. Sendo assim, ainda segundo o autor, a geografia deve ter enquanto preocupação uma análise integradora dos fatos. No entanto, a riqueza dessas interações jamais pode ser compreendida a partir de um pensamento linear e cartesiano, neste contexto, a teoria dos sistemas significa para a geografia um método de pesquisa fundamental, pois o mesmo representa o esforço de uma análise integrada.

Um marco a que se refere à aplicação da visão sistêmica na geografia diz respeito às publicações de Sotchava no início da década de 1960, quando o mesmo define a noção de Geossistemas como sendo formações naturais que obedecem à dinâmica dos fluxos de matéria e energia que, juntamente aos aspectos antrópicos, formam um modelo global de apreensão da paisagem, ou seja, tal ponto de vista insere o homem na interação com o meio natural e na formação e evolução da paisagem.

Dessa forma, para Sotchava (1977), embora os Geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os aspectos socioeconômicos e culturais, que influenciam as estruturas e peculiaridades espaciais dos Geossistemas são levadas em consideração durante todos os estudos Geossistêmicos. Ainda segundo o autor, os parâmetros econômicos e sociais influenciam as mais importantes conexões dentro do Geossistema, sobretudo nas paisagens fortemente antropizadas.

É indissociável o entendimento das transformações naturais, sem levar em consideração a estrutura sócio produtiva existente, pois tal estrutura, será responsável pela quantidade e intensidade de matéria e energia disponíveis em um sistema, provocando a transformação do meio natural, em um contínuo processo de evolução.

Para Troppmair (2004) o Geossistema:

É um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem. Pela ação antrópica poderão ocorrer pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estes serão perceptíveis apenas em micro-escala e nunca com tal intensidade que o Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenado a desaparecer.

Para o referido autor, o homem exerce suas atividades no Geossistema, modificando-o na ocupação, na estrutura, na dinâmica e nas inter-relações. Estas modificações porém são praticamente insignificantes dentro do todo. Energias e fluxos serão poucos modificados, de modo que considera falsa a afirmativa que o Geossistema, pela ação antrópica, será profundamente modificado ou descaracterizado. Um caso especial e raríssimo ocorre quando um Geossistema é ocupado na totalidade ou quase totalidade por um centro urbano.

Para Chsitofolletti (1999), o Geossistema resultaria da combinação de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), uma exploração biológica (vegetação, solo, fauna) e uma ação antrópica, não apresentando, necessariamente, homogeneidade fisionômica, e sim um complexo essencialmente dinâmico.

Silva (2005) caracteriza o Geossistema como:

Uma unidade complexa, um espaço de escala variável que se caracteriza por certa homogeneidade de seus constituintes, estruturas, fluxos e relações que, inter-relacionados, formam o ambiente físico organizado e transformado pela ação antrópica. Os Geossistemas possuem em sua composição uma sucessão hierárquica, ou seja, unidades de tamanho menor que são designados como Geofácies e Geótopos.

Sotchava (1977), em escala decrescente de categorias, distingue Geossistema, Geócoros, Geômeros e Geótopos. Bertrand (1972) propõe um sistema taxonômico de hierarquização da paisagem constituído por seis níveis têmporo-espaciais decrescentes. Nas chamadas unidades superiores, encontramos a Zona, o Domínio e a Região, e nas inferiores estão o Geossistema, os Geofácies e o Geótopo, caracterizados pelos elementos biogeográficos e antrópicos.

Troppmair (2004) chama a atenção, salientando que Sotchava ao criar o termo Geossistema o fez com base na vivência, na pesquisa e interpretação do espaço geográfico do seu país, a Ex-União Soviética. Portanto, o Geossistema para este geógrafo abrange sempre áreas com centenas e mesmo milhares de quilômetros quadrados. Transferindo estas escalas para o nosso país, também extremamente grande, pode-se exemplificar como Geossistemas as Planícies Costeiras (do sul, do centro ou do norte de um estado ou país), o Planalto Meridional ou Planalto Central. Dentro desses, as superfícies aplainadas, mais o conjunto de encostas com vales, com centenas de quilômetros quadrados, formam Geofácies, e estes novamente subdivididos, como o fundo de um vale ou uma encosta, formam os Geótopos.

Por essa razão este autor não acredita que a ação antrópica possa causar profundas modificações no Geossistema, pois em se tratando de uma área bastante extensa, os impactos ambientais serão percebidos apenas em locais setorizados, e o Geossistema, que é um sistema natural mantém suas características naturais fundamentais como: horas de insolação, elevado teor de umidade do ar, alta pluviosidade, embasamento geológico, mosaico de solos, água com grande excesso anual e proximidade da superfície, entre outros.

Assim o Geossistema caracteriza-se por ser um sistema natural, sendo que para o entendimento e mensuração do mesmo torna-se necessário o conhecimento de suas características naturais, das atividades sócio produtivas desenvolvidas, além da compreensão das relações existentes entres estes elementos e das energias atuantes no sistema, sendo estas internas e externas.

Outro marco fundamental nos estudos geossistêmicos foi a apresentação da paisagem em seu contexto integrador, segundo Monteiro (2000), foi à publicação de Bertrand em 1972, que revelou o novo paradigma aplicado aos estudos de paisagem dentro do contexto dos Geossistemas.

Para o citado autor:

A paisagem representa uma determinada porção do espaço resultante da combinação dinâmica, portanto instável, dos elementos físicos, biológicos e

antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros fazem dela um conjunto único, indissociável em perpétua evolução.

Dentro do contexto do Geossistema, a paisagem é a resultante de toda a interação existente no mesmo, pois as modificações sofridas, ocasionando novas formas de reorganização do sistema, são perceptíveis a partir da paisagem.

A dimensão da paisagem permite o contato com a escala do local, do concretamente visível e interpretável, sendo de acordo com Diniz & Furlan (1998), a dimensão escalar do trabalho empírico, sem generalizações demasiadas; sob esta perspectiva muitos autores procuraram propor uma análise integrada da realidade, em que a paisagem figurava como resultado da dinâmica de interação entre os elementos constituintes do ambiente.

Dolfuss 1973, por exemplo, propõe que:

A paisagem representa o aspecto visível, diretamente perceptível do espaço, sendo assim, a paisagem define-se e descreve-se a partir de sua morfologia, essas formas são conseqüências dos aspectos do meio ambiente natural e das intervenções humanas que “imprimem seu selo no espaço”, neste contexto, a paisagem é composta, ou seja, formada de elementos geográficos bióticos e abióticos que se articulam uns com ou outros – denunciando desta forma, suas possibilidades sistêmicas.

Para Troppmair (2004), “a estrutura, as inter-relações e a dinâmica que ocorrem em determinada área formando um Geossistema, dão a feição, a fisionomia daquele espaço, que é a própria paisagem vista como sistema, como unidade real e integrada”.

Assim, a paisagem representando a dinâmica ocorrida no sistema torna-se a fisionomia do Geossistema. A partir da mesma, um primeiro contato com os problemas ambientais de uma área podem ser perceptíveis, possibilitando uma análise mais detalhada e contribuindo para o entendimento da dinâmica da mesma.

Nos estudos referentes aos sistemas geográficos, as categorias de Geossistemas e também a paisagem traduzem importantes categorias de análise, pois significam, da maneira mais explícita, a realidade como produto das infinitas interações e inter-relações que determinam a dinâmica de funcionamento dos referidos sistemas.

Para análise dos elementos constituintes de um sistema podemos subdividi-lo em subsistemas. Silva (2005) salienta que “todos os sistemas e subsistemas se relacionam entre si como uma teia, funcionando esta relação de interdependência em forma de redes que se articulam, penetram-se e dependem uma das outras”.

Cada um dos fenômenos incorporados num sistema, geralmente pode ser analisado, ele mesmo, como um sistema. Convencionalmente denomina-se subsistema. Nesse sentido o sistema poderá apresentar subsistemas de acordo com a escala que se deseja analisar (TRICART, 1976).

Para tais subdivisões (subsistemas) dentro de um sistema é muito importante que o pesquisador tenha bem definido a noção de escala que se pretende trabalhar, tanto do ponto de vista espacial, quanto temporal. Nesse sentido Christofolletti (1987) cita alguns exemplos:

Um rio é elemento no sistema hidrográfico, mas pode ser concebido como sistema em si mesmo; a vertente é um elemento no sistema da bacia de drenagem, mas pode apresentar um sistema em si mesmo; um automóvel é um elemento no sistema de trânsito, mas pode representar um sistema completo em sua unidade.

Christofolletti (1999) afirma que no universo sistêmico, o meio ambiente é constituído pelos sistemas que interferem e condicionam as atividades sociais e econômicas, isto é, pelas organizações espaciais dos elementos físicos e biogeográficos (da natureza). Os sistemas ambientais são os responsáveis pelo fornecimento de materiais e energia aos sistemas socioeconômicos e deles recebem os seus produtos (edificações, emissões, insumos, dejetos, etc).

Existe uma complexa relação entre meio natural e sociedade, pois ao mesmo tempo que, a natureza oferece condições para a sociedade desenvolver suas atividades econômicas, existem as limitações do ambiente que se ultrapassadas ocasionam desequilíbrios ambientais, que afetam tanto o meio natural como sócio econômico. Daí a importância do entendimento da complexidade existente em cada subsistema: natural, construído, social e produtivo.

O sistema bacia hidrográfica configura-se por uma série de elementos, sendo eles articulados e caracterizados dentro de subsistemas. A possibilidade de entendimento das correlações existentes entre os diversos elementos dos subsistemas natural, construído, social e produtivo, torna a bacia hidrográfica uma excelente unidade de estudo ambiental, pois possibilita identificar os elementos constituintes de cada subsistema, as interações existentes entre eles, assim como as entradas e saídas de energia, são fundamentais para o entendimento da dinâmica desse sistema.

Assad e Sano (1993) salientam que “é de fundamental importância o estabelecimento de uma unidade básica de planejamento no que diz respeito aos parâmetros ambientais e objetivos que se desejam atingir em uma determinada região, sendo neste caso a bacia hidrográfica à unidade básica ideal”.

Para Pires e Santos (1995), pelo caráter integrador das dinâmicas ocorridas nas unidades ambientais, e entre elas, as bacias de drenagem revelam-se excelentes áreas de estudo para o planejamento, pois como bem salienta, Ab' Saber (1987):

O uso dos recursos naturais, sua preservação e a recuperação de ecossistemas, passa sem dúvida, por uma visão sistêmica e integrada da qual a bacia hidrográfica é uma unidade bastante importante e característica, ou seja, uma unidade biogeofísica bem determinada, dados seus contornos e delimitações relativamente precisos e seus mecanismos de funcionamento que dependem de subsistemas impulsionados por fatores climatológicos (radiação solar, vento, precipitação), na qual se desenvolvem atividades econômicas e sociais.

Portanto, a bacia hidrográfica corresponde a um sistema biofísico e sócioeconômico, integrado e interdependente, contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, enfim todos os habitats e unidades da paisagem. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de água entre uma bacia e outra adjacente (ESPÍNDOLA, 2000).

Qualquer tipo de uso do solo, as formas diferenciadas das relações sociais de produção, o emprego adequado de tecnologias, as lutas de classes, modificações climáticas e de fluxos das águas subterrâneas dentro dos limites da bacia interferem no ciclo hidrológico e na qualidade de suas águas, por isso deve ser analisada em sua dimensão tridimensional. Assim a água apresenta-se como indicador de qualidade ambiental do sistema como um todo.

Santos (2001) afirma que os problemas ambientais são sistêmicos, o que significa que estão intimamente interligados e interdependentes. Não se pode querer solucionar problemas de qualidade de água, erosão e assoreamento sem considerar a ocupação territorial da bacia hidrográfica, o crescimento populacional e as políticas propostas para a área, principalmente quando se trata de uma bacia fortemente humanizada.

Machado (2001) salienta que:

A bacia hidrográfica tem sido adotada internacionalmente como unidade físico-territorial básica para o planejamento e a gestão de recursos naturais, principalmente hídricos. Sendo a água de um manancial o resultado da drenagem de sua bacia, sua qualidade e, portanto, suas características físicas, químicas, biológicas e ecológicas encontram-se sempre na dependência direta das ações (uso e ocupação) que se realizam no solo dessa bacia, bem como o grau de controle que se tem, sobre essas fontes.

A maior parte dos problemas relacionados aos recursos hídricos, tem como causas principais a sua má utilização expressa sobretudo pela falta de um planejamento prévio. Para Machado (2001), a função do planejamento dos recursos hídricos, "tem o objetivo de impedir, previamente, o agravamento dos problemas de natureza ambiental, evitando ou minimizando seus efeitos negativos".

Assim a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica é resultante das interações existentes entre os elementos componentes dos subsistemas natural, construído, social e produtivo que a compõem e da dinâmica estabelecida entre ambos. Sendo assim, é de grande importância o conhecimento e análise de todos os elementos que constituem e interagem em uma bacia hidrográfica, Mello (1999), diz que:

Nos estudos de bacias hidrográficas o solo, a vegetação e a água são elementos imprescindíveis, pois o conhecimento das relações existentes entre si e com outros, permite que se possa perceber como os mesmos podem interferir na dinâmica de uma bacia hidrográfica e, conseqüentemente contribuir para intensificar ou reduzir o processo de degradação ambiental.

Desta forma, a ocupação de áreas, sem o conhecimento prévio de suas suscetibilidades e restrições de uso, pode gerar desequilíbrios, acarretando muitas vezes, em impactos tanto biofísicos como sócio organizacionais. Sendo estes resultantes da carência de informações fundamentais ao entendimento dos seus componentes, como também para a compreensão das relações existentes entre eles. Condições vitais para o ordenamento e gestão desses sistemas territoriais.

Nishiyama (1998) salienta que:

O estudo ambiental, objetivando uma situação de equilíbrio no fluxo de matéria e energia, entre os meios físico, biótico e antrópico, em outras palavras, uma condição de sustentabilidade (no sentido ambiental e não somente antopocêntrico), não pode ser implementado sem o conhecimento das características do meio ambiente (quanto as suas inter-relações entre os meios que o compõem, aos seus limites de tolerância, aos processos geológicos e biológicos em curso e, por fim, aos vários níveis de informações necessários).

Guerra (1989) vai além e ressalta que através do levantamento integrado do meio físico, correlacionando-o com o uso da terra, nas diversas unidades ambientais, pode-se gerar subsídios de grande valia ao planejamento.

Para que ações e decisões sejam tomadas, torna-se necessário o conhecimento dos elementos constituintes do sistema, assim como, as interações existentes entre os mesmos, para o entendimento de sua complexidade, subsidiando tomadas de decisões mais racionais.

Cendrero (1982) considera o planejamento ambiental ou territorial como “uma atividade intelectual por meio da qual se analisam os fatores físico-naturais, econômicos, sociológicos e políticos de uma zona (um país, uma região, uma província, um município, etc.) e se estabelecem às formas de uso do território e de seus recursos na área considerada”.

Dessa forma, é de fundamental importância avaliar o funcionamento dos sistemas bacias hidrográficas, mais especificamente dos subsistemas biofísico e sócio-produtivo, propondo modelo de funcionamento, que demonstre os fluxos de energia e matéria, e suas interações, contribuindo para entender sua unidade, complexidade e totalidade, subsidiando assim, seu ordenamento e gestão territorial.

Christofolletti (1999) salienta a importância do entendimento dos 3 princípios de funcionamento e de análise sistêmica:

Unidade: representa a qualidade do que é um, único, só ou sem partes sendo tudo o que pode ser considerado individualmente. A unidade pode ser entendida como o componente indivíduo, mas não significa que seja simples. A harmonia de conjunto estabelece-se como norma de caracterização, podendo inclusive ser composto por agrupamento de seres individuais considerados pelas relações mutuas que existem entre si, por seus caracteres comuns, por sua mutua dependência. Assim, as unidades areais ou os lugares são entidades individualizadas, únicas, em sua ocorrência. Nesse sentido, a unidade também pode ser considerada como um elemento de um sistema.

Totalidade: esta pode ser aplicada às entidades constituídas por um conjunto de partes, cuja interação resulta numa composição diferente e específica, independente da somatória dos elementos componentes. O todo assume uma estrutura e funcionalidade diferenciada dos seus subcomponentes. Em todo nível hierárquico, cada componente do todo possui características específicas, podendo ser considerado como unidade, sendo também analisada como uma totalidade. A noção sempre envolve o contexto do todo, em seu nível hierárquico e na categoria classificatória, constituindo-se uma entidade unitária, individualizada. Dessa forma, a totalidade pode ser também entendida como um sistema.

Complexidade: um sistema complexo pode ser entendido como sendo composto por grande quantidade de componentes interatuantes, capazes de intercambiar informações com seu entorno condicionante e capazes, também, de adaptar sua estrutura interna como sendo conseqüências ligadas a tais interações. O estudo da complexidade pode ser entendido como as relações que se pode fazer entre os diversos elementos de um sistema ou subsistema, dando assim, maior significado a uns que outros, por exemplo, em se tratando de microbacias a água deve ser considerada um elemento que permeia por todos os subsistemas que compõem um sistema maior.

Por isso, para operacionalizar-se uma análise sistêmica é importante compreender a interação entre os princípios básicos de unidade, totalidade e complexidade do sistema. Como unidade entendendo os elementos ou partes do sistema e a totalidade é a soma dos elementos ou conjunto das partes. A complexidade vem a ser então, a quantidade de elementos e a forma e intensidade da interação destes. Neste contexto, a complexidade vai apresentar não somente a soma destes elementos, como também a hierarquia e o peso que cada um tem neste sistema.

Para Capra (1982) o paradigma sistêmico deve alcançar a noção da complexidade da realidade e de sua estrutura organizacional, o qual segundo deve compreender o mundo enquanto um sistema em constante mudança e evolução, que se caracteriza principalmente pelas infinitas inter-relações dinâmicas entre seus elementos constituintes. Ainda de acordo com Capra (1982), devido a grande complexidade de inter-relações entre homem e natureza, entre fenômenos e elementos em seus diversos níveis, tais estruturas devem ser compreendidas dentro de uma concepção holística ou sistêmica.

Para Christofolletti (1999), a abordagem sistêmica holística:

é necessária para compreender como as entidades ambientais, que se expressam em organizações espaciais, se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas e na hierarquia de aninhamento simultânea e interativamente há necessidade de focalizar os subconjuntos e partes componentes em cada uma delas, a fim de melhor conhecer seus aspectos e as relações entre eles.

As contribuições explicitando propostas de abordagens holísticas na análise de sistemas ambientais são numerosas. As proposições não se restringem apenas ao estudo dos componentes do sistema ambiental, mas procuram também tratar das interações entre os sistemas ambientais e os sistemas sociais e econômicos, em busca da compreensão do sistema de organização espacial e bases para as propostas de planejamento e desenvolvimento sustentável.

O objetivo é compreender o sistema como um todo, a partir do estudo detalhado de elementos individuais dos subsistemas e da seqüência encadeante dos processos envolvidos em uma categoria de fluxos.

É importante salientar que todo sistema apresenta entrada e saída de matéria e energia. Para Christofolletti (1987):

cada sistema é alimentado por determinado tipo de entrada, denominada input. As entradas recebidas pelo sistema sofrem transformações em seu

interior e, depois, são encaminhadas para fora, sendo assim, todo produto fornecido pelo sistema representa um tipo de saída chamada output.

Pensando em compreender o todo, partindo das partes, percebe-se a importância da representação desse sistema, de modo a facilitar sua análise e interpretação. Para tanto, propõe-se a construção de um modelo de análise de funcionamento, ordenamento, gerenciamento e controle de bacias hidrográficas (**Figura 02**).

O modelo sistêmico procura descrever o sistema como um todo, isto é, tenta representar as interações entre todos os seus componentes. Uma característica deste modelo é a eficiência com que aborda a dimensão espacial, através da utilização de escalas, visando integrar fatores ambientais e socioeconômicos, para representar a dinâmica espacial.

Haggett e Chorley (1975) assinalam que:

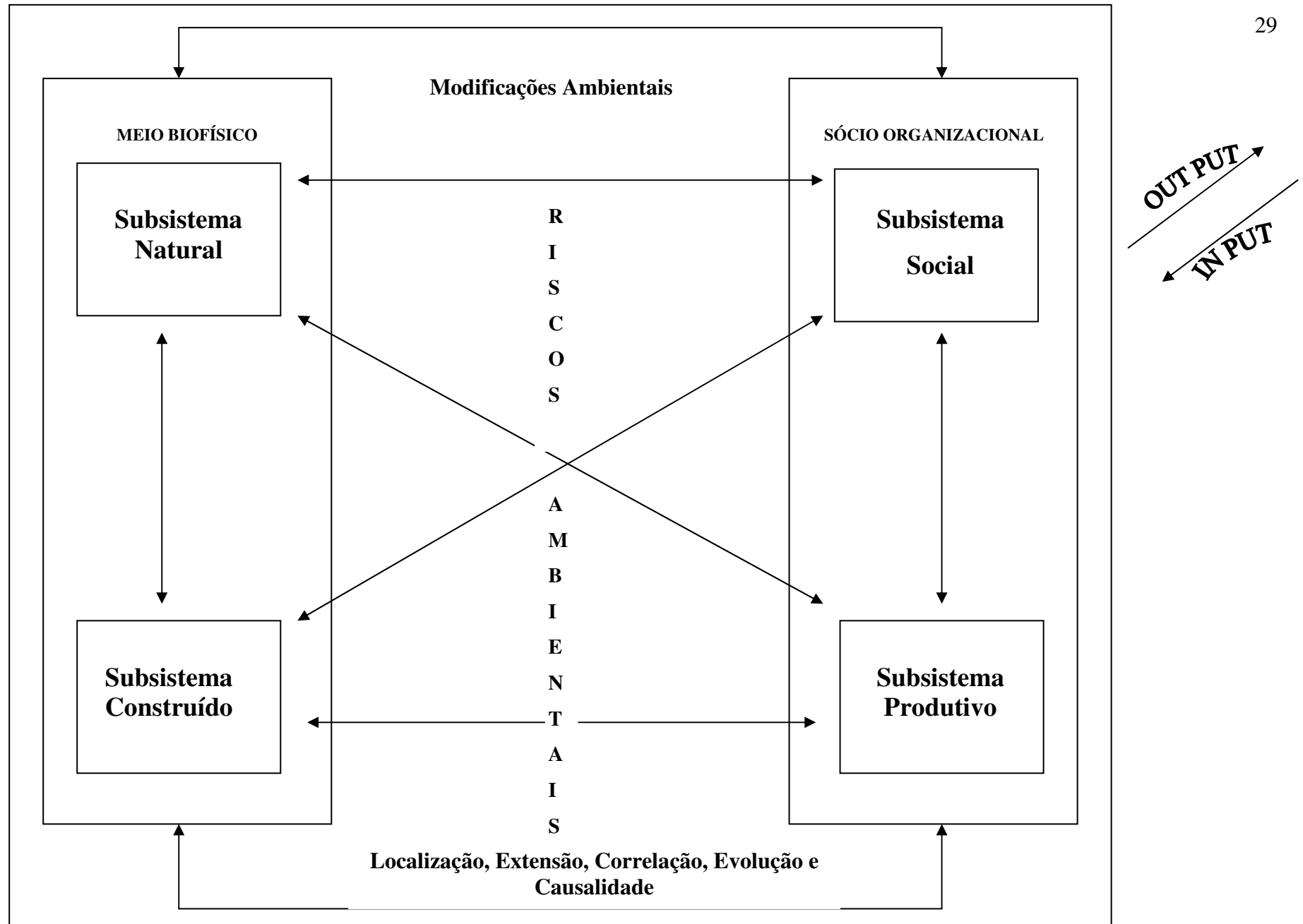
modelo é uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, por não incluírem todas as observações ou medidas associadas, mas são valiosos por obscurecerem detalhes acidentais e por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade.

Para Chistofolletti (1999), os modelos procuram sintetizar os sistemas e têm como finalidade fornecer o quadro global da totalidade do sistema, estabelecendo o grau de conhecimento sobre as partes componentes, interação entre os elementos e funcionamento interativo entre os inputs e outputs do sistema.

O modelo proposto é dividido em dois grandes blocos, o meio biofísico e o sócio organizacional.

O meio biofísico é resultante da interação entre o subsistema natural, que compreende as características naturais do sistema, como a geologia, a geomorfologia, o clima, a vegetação, a hidrografia, etc., e o construído, representando as edificações, infra-estrutura de acesso, infra-estrutura sanitária, etc. A partir destes subsistemas e seus elementos estabelece-se os fluxos de energia entre os mesmos.

O segundo bloco, sócio organizacional é resultante da interação entre o subsistema social, que abrange informações referentes aos proprietários, aos funcionários, aos turistas e aos estudantes, através de dados sobre escolaridade, idade, sexo, renda, cultura, etc. E o subsistema produtivo, que compreende informações referentes às atividades econômicas, como a agricultura, pecuária, suinocultura, ovinocultura, turismo; e as atividades não-



Fonte: PINTO et al. (2005)

Adaptação: Kullock (1994)

Figura 02 – Modelo de análise de funcionamento, ordenamento, gerenciamento e controle de bacias hidrográficas

econômicas que são exercidas pela agropecuária de subsistência familiar e por outras atividades informais da economia, como por exemplo, os atravessadores que compram o leite cru e os revendem na cidade, sem pagamento de impostos e fiscalização sanitária.

Mesmo existindo divisão formal no sistema, entre o meio biofísico e o sócio organizacional, existem interações entre todos os subsistemas, não impedindo assim que existam relações entre os subsistemas de blocos diferentes. A partir dessas interações ocorrem as modificações ambientais, refletidas por todo o sistema, que por sua vez refletem os riscos ambientais, resultantes das atividades sociais sem o devido conhecimento das fragilidades do meio natural, ocasionando desequilíbrios ambientais e sociais, afetando todo o sistema bacia hidrográfica, e como se trata de um sistema aberto, as bacias adjacentes.

Nessa inter-relação, o subsistema natural funciona como suporte para as atividades humanas, fornecendo as potencialidades e limitações dentro das quais estas atividades podem ser desenvolvidas. Já os subsistemas social e produtivo podem impor mudanças ao subsistema natural, conforme a sociedade transforma suas propriedades em recursos naturais dos quais se apropria. Além disso com as inovações tecnológicas, é possível a sociedade alterar os limites e potencialidades do subsistema natural.

Mattos e Filho (2005) ressaltam que:

nos sistemas ambientais, há interação e transformação recíprocas (de “mão dupla”) entre os subsistemas físico-natural e socioeconômico. Assim ao tratar da qualidade do meio ambiente, é impossível dissociar as relações entre os subsistemas físico-naturais e socioeconômicos, pois essa é à base dos sistemas ambientais.

Vale salientar, que o sistema biofísico, que corresponde à matéria é moldado e/ou modificado através da energia promovida de dentro e de fora do sistema, vinculados aos subsistemas naturais, sociais e produtivos. A matéria corresponde ao material que vai ser mobilizado através do sistema, e a energia corresponde às forças que fazem o sistema funcionar, gerando a capacidade de realizar trabalho. Assim, é importante a compreensão dos fluxos de energia, tanto internos como externos (output e input), que influenciam no sistema como um todo, e promovem um novo rearranjo nos elementos e conseqüentemente nos subsistemas e sistema como um todo.

Para analisar as correlações existentes no sistema, propõe-se a utilização de 5 princípios de análise e funcionamento, apontados por Silva e Souza (1996): localização, extensão ou tamanho, correlação, evolução e causalidade. Todos esses princípios referem-se

tanto aos elementos quanto ao sistema em si e influenciam na sua unidade, totalidade e complexidade

A partir da **localização** dos elementos podem ser feitas relações de acordo com o arranjo espacial destes, e de acordo com a localização do próprio sistema pode-se entender o contexto em que o mesmo se insere e as relações que podem ser estabelecidas com um sistema maior e com sistemas adjacentes (*input e output*).

A **extensão** corresponde ao espaço que o elemento ou o sistema ocupa, compreendendo a extensão do elemento consegue-se identificar alguns aspectos, como o peso (relevância), características, etc., deste no sistema, e a partir da extensão do sistema pode-se mensurar o tamanho do mesmo, assim como o espaço que este ocupa.

A **correlação** acontece a partir do relacionamento entre as variáveis internas do sistema, e das interações dos sistemas com outros sistemas (*input e output*).

Para análise do sistema é importante entender que não há condição estática absoluta na natureza, isto é, todos os fenômenos estão em constante modificação. Partindo disso, a **evolução** corresponde às modificações ocorridas ao longo do tempo, sendo que da compreensão dessa evolução pode-se entender vários aspectos do presente, buscando no passado informações que justifiquem as características atuais e a partir desta análise planejar e gerir de forma mais adequada o sistema.

A **causalidade** corresponde aos fluxos de energia atuantes na correlação dos elementos, provocando nestes modificações, caracterizando assim, a evolução através do tempo. Essas correlações acontecem de acordo com a localização e extensão dos elementos.

A causalidade mostra qual é a variável independente e a dependente, sendo que a segunda sofre modificações se a primeira se alterar, sendo este o princípio de causa e efeito.

a teoria geral dos sistemas afirma que cada variável, em um sistema, interage com as outras variáveis de forma tão completa que causa e efeito não podem ser separados. Uma única variável pode, ao mesmo tempo, ser causa e efeito. A realidade não permanecerá imóvel, mas não pode ser desmembrada (BENI, 2002).

Todos os elementos de um sistema são interligados e exercem influência sobre o todo, mesmo de forma mais tenra e imperceptível, às vezes muito difícil de serem detectadas e, especialmente de serem mensuradas e qualificadas.

Troppmair (2004), salienta que “alguns desses elementos (clima, solos, geomorfologia, hidrografia, cobertura vegetal, centros urbanos) assumem liderança e são

dominantes na dinâmica de um sistema, regulando a intensidade das inter-relações em macroescala e na dinâmica até em ritmo sazonal”.

Dessa forma, as informações referentes a cada subsistema, devem ser tanto quantitativas e qualitativas, representado não somente a predominância de um ou outro elemento no sistema, como também, a forma como este se apresenta, analisando o peso, a reincidência deste, a correlação com outros elementos, etc.

Tomando como base os cinco princípios científicos de análise aqui já detalhados (localização, extensão, evolução, correlação e causalidade), entende-se no modelo apresentado que a interação entre o meio biofísico com o meio sócio-organizacional conduz como consequência lógica às modificações ambientais, sendo que as inter-relações diretas entre os subsistemas social e produtivo materializam o campo dos modos de produção e consumo, e da mesma forma, a interação diretamente relacionada entre os subsistemas natural e o construído origina o processo de riscos ambientais.

Assim, a partir do levantamento de informações, análise e entendimento das correlações existentes entre os diferentes elementos constituintes de cada subsistema, torna-se possível o levantamento, classificação e avaliação dos riscos ambientais em bacias hidrográficas, sendo esta resultante das diversas formas de organização social frente à fragilidade natural da área.

II – RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Na incessante busca do desenvolvimento, a sociedade humana promove uma gama enorme de impactos ambientais. Esse mau uso do solo, urbano e rural, reflete diretamente nos recursos hídricos, sendo a qualidade das águas excelente indicador de qualidade ambiental, que por sua vez, acarreta prejuízos ao bem estar da sociedade e reflete o seu grau de desenvolvimento.

Por essa razão, as diversas formas de uso, ocupação e manejo do solo, aliada a fragilidade do subsistema natural, sem seu conhecimento prévio, geram inúmeros riscos ambientais, sendo estes a probabilidade de processos contribuírem para a ocorrência de eventos indesejados, implicando em consequências para o ambiente natural, assim como para a sociedade.

Apesar da sua importância para o planejamento e para a tomada de decisões, com exceção à análise de riscos geológicos, de processos industriais e de segurança ocupacional, pouco se encontra na literatura técnica e científica brasileira, sobre a análise de risco.

Para Barros (2001) “nos diversos idiomas, a palavra risco tem como significado mais amplo, a indicação de uma possibilidade. No contexto da análise e gerenciamento de riscos, ela se refere à possibilidade de perdas, danos ou outras adversidades e efeitos não esperados”.

A discussão sobre a definição de risco é bastante abrangente, assim como, a terminologia referente ao assunto é bastante contraditória, sendo que os diversos termos possuem diferentes significados.

Hammer (1972 apud DE CICCIO e FANTAZINNI, 1985) afirma que:

acidentes ocorrem desde tempos imemoriais, e as pessoas têm se envolvido, tendo em vista a sua prevenção por períodos comparavelmente extensos. Lamentavelmente, apesar do assunto ter sido discutido continuamente, a terminologia relacionada ainda carece de clareza e precisão. Do ponto de vista técnico, é particularmente frustrante tal condição, pois da mesma resultam desvios e vícios de comunicação e compreensão, que podem se adicionar às dificuldades, na resolução de problemas. Qualquer discussão sobre risco deve ser precedida de uma explicação da terminologia, em seu sentido preciso e inter-relacionado.

A língua portuguesa não contempla todos os termos internacionalmente usados nesse campo do conhecimento. Palavras com hazard ou risk são utilizadas com o mesmo sentido,

sendo traduzidas como risco, o mesmo pode-se dizer dos termos *assessment* e *analysis*, em português análise.

Augusto Filho et al. (1990) estudaram a terminologia internacional sobre riscos naturais e geológicos propondo a seguinte correlação entre as línguas portuguesa e inglesa:

Português	Inglês
Evento	Event
Acidente (desastre)	Disaster
Risco	Hazard
Análise de risco	Risk

O IUGS Working Group – Committee on Risk Assessment (1997 apud AUGUSTO FILHO, 2001) reconhece que existe uma diversidade de definições relacionadas a risco e apresenta uma proposta de conceituação nesse sentido, utilizada pelo Grupo de Estudo de escorregamentos, vinculado à União Internacional das Ciências Geológicas (International Union Of Geological Sciences – USGS). Esta proposta terminológica foi utilizada como referência básica no Comitê de Avaliação de Risco, em encontro técnico nesta área realizado em Honolulu, em 1997. Porém, o próprio Comitê, reconhece que os termos ainda não são consenso completo, demandando mais trabalho e discussão para obter-se definições universais. O **Quadro 1** apresenta uma síntese dos principais termos e definições propostas por este Grupo de Estudo.

Segundo Zuquette (1995), o risco “é avaliado para os elementos naturais ou antrópicos, diante de um evento perigoso condicionado a uma área e a um espaço de tempo”.

Para o mesmo autor, eventos perigosos (Hazards) são fenômenos naturais ou não, fatos sociais ou assemelhados que provocam algum tipo de perda aos componentes do meio ambiente, sendo caracterizados principalmente pela intensidade.

O risco se caracteriza pela possibilidade da ocorrência de um evento perigoso, sobre uma determinada área, sendo que este evento perigoso é resultante das diversas formas de uso e ocupação do solo, e o mesmo acarretará algum tipo de perda aos componentes do meio ambiente e ao sistema produtivo. Assim a declividade natural do terreno, é um risco natural, sendo que o evento perigoso passa a ser a lixiviação do solo, assoreamento e contaminação das águas superficiais. Sendo que estas características podem ser intensificadas quando ocorre à retirada da vegetação, e a não utilização de técnicas conservacionistas.

Quadro 01 – Definição dos principais termos utilizados na análise de risco ambiental, e em particular, os associados a escorregamentos (IUGS Working Group – Committee on Risk Assessment, 1997).

TERMO	DEFINIÇÃO
Risco (risk)	Uma medida da probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, propriedade ou ambiente. Risco é geralmente estimado pelo produto entre a probabilidade e as consequências. Entretanto, a interpretação mais genérica de risco envolve a comparação da probabilidade e consequências, não utilizando o produto matemático entre estes dois termos, para expressar os níveis de risco.
Processo perigoso (danger)	O fenômeno natural geometricamente e mecanicamente caracterizado (no caso, os fenômenos naturais seriam os diferentes tipos de escorregamentos)
Perigo (Hazard)	Uma condição com potencial para causar uma consequência desagradável. Descrições de perigo de escorregamento, particularmente voltadas para o zoneamento, deveriam incluir as características dos escorregamentos, tais como, os volumes ou áreas dos escorregamentos e a probabilidade de ocorrência deles. Também devem existir valores descrevendo as velocidades absolutas e relativas dos escorregamentos. Alternativamente, o perigo é a probabilidade de um escorregamento particular ocorrer num dado período de tempo.
Elementos sob risco (elements at risk)	Significando a população, as edificações e as obras de engenharia, as atividades econômicas, os serviços públicos e a infra-estrutura na área potencialmente afetável pelos escorregamentos.
Probabilidade – P (probability)	A probabilidade de um resultado específico, medida pela razão entre o número de resultados específicos e todos os resultados possíveis. A probabilidade é expressa como um número entre 0 e 1, com 0 indicando um resultado impossível, e 1 indicando que um resultado é certo.
Vulnerabilidade – V (vulnerability)	O grau de perda para um dado elemento ou grupo de elementos dentro de uma área afetada por escorregamentos. Ela é expressa em uma escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total). Para propriedades, a perda será o valor da edificação; para pessoas, ela será a probabilidade de que uma vida seja perdida, em um determinado grupo humano que pode ser afetado pelos escorregamentos.
Análise de risco (risk analysis)	O uso da informação disponível para estimar o risco para indivíduos ou populações, propriedades ou o ambiente. As análises de risco, geralmente, contem as seguintes etapas: definição do escopo; identificação do perigo, e a determinação do risco.
Avaliação de risco (risk assessment)	O processo de avaliação e análise de risco
Estimativa do risco (risk estimation)	O processo usado para produzir uma medida do nível de risco das pessoas, das propriedades ou do ambiente que está sendo analisado. A estimativa de risco envolve as seguintes etapas: análise da frequência do acidente considerado; análise das consequências potenciais relacionadas ao acidente, e a integração entre elas.
Cálculo de risco (risk evaluation)	O estágio no qual valores e julgamentos entram no processo de decisão, explicitamente ou implicitamente, pela inclusão da consideração da importância dos riscos estimados e as consequências sociais, ambientais e econômicas associadas, com o objetivo de identificar o leque de alternativas de mitigação destes riscos.
Gerenciamento de risco (Risk management)	O processo completo de avaliação e controle de risco
Risco Aceitável (acceptable risk)	Nível de risco para o qual, para os propósitos da vida ou trabalho, nós estamos preparados para aceitá-lo como ele é, sem considerar seu gerenciamento. A sociedade geralmente não considera justificável gastos adicionais para redução destes riscos.
Risco Tolerável (tolerable risk)	Um risco que a sociedade está disposta a aceitar para viver com ele a fim de obter certos benefícios líquidos, na confiança que este risco está sendo propriamente controlado, mantido sob inspeção e que será melhor reduzido como e quando possível
Risco individual (individual risk)	O risco de morte e/ou danos para qualquer indivíduo identificável que vive em uma zona exposta ao perigo, ou quem segue um padrão particular de vida que o submete a consequências deste perigo (de escorregamento, no caso)
Risco social (societal risk)	O risco de múltiplos danos ou mortes para toda a sociedade, um risco no qual a sociedade poderá carregar o peso de um acidente causando várias mortes, injúrias, perdas financeiras, ambientais, etc.

Silva (1995) ainda diz que:

estimativas de riscos de diversos tipos podem ser conjugadas (enchentes, desmoronamentos, ressacas, chuvas de granizo), gerando assim a definição de áreas com diferentes níveis de risco ambiental, o que pode sinalizar quanto às áreas adequadas, intermediárias e também, àquelas onde os riscos são insignificantes.

A identificação dos riscos permite a classificação dos mesmos, identificando assim, áreas mais vulneráveis a perdas ambientais e/ou sociais. A avaliação da vulnerabilidade do meio ambiente diante de um evento é de suma importância, principalmente em se tratando da intensidade de tal evento. Por exemplo: a maior probabilidade de ocorrer contaminação das águas subterrâneas em zonas de fraqueza, como falhas.

Para Castro et. al. (2005) o risco pode:

ser tomado como uma categoria de análise associada à priori às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos material, econômicos e humanos em função de processos de ordem "natural" (tais como os processos exógenos e endógenos da Terra) e/ou daqueles associados ao trabalho e às relações humanas. O risco (*lato sensu*) refere-se, portanto, à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não-constantemente e não determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana.

Internacional e nacionalmente, principalmente na cartografia de risco geológico também se tem adotado o conceito de risco atual e potencial. Para Augusto Filho (1994):

as áreas de risco atual correspondem aos locais com situações diferenciadas de risco instalado, representando certo corte no tempo. Nestes locais, as medidas estruturais e não-estruturais devem ser prioritariamente aplicadas, visando à redução desses riscos. Ainda segundo os autores citados, as situações de risco potencial caracterizam os terrenos quanto a sua suscetibilidade para geração de novas situações de risco, em áreas ainda não intensamente ocupadas, fornecendo subsídios para a expansão e o adensamento das diferentes formas de uso.

Augusto Filho et. al. (1990) apresentam uma classificação para os riscos, divididos em atmosféricos e geológicos, esse subdividido em endógenos e exógenos (**Quadro 02**).

Quadro 02 - Riscos atmosféricos e geológicos, Augusto Filho et. al (1990).

CLASSIFICAÇÃO DE RISCO		PROCESSOS ASSOCIADOS
Atmosférico		- Tufões - Ciclones - Tempestades - Secas
Geológicos	Endógenos	- Escorregamentos - Vulcanismo - Tsunamis
	Exógenos	- Escorregamentos - Enchentes - Erosão - Subsidência - Solos expansivos

Os mesmos autores também apresentam uma proposta de conceituação de termos (**Quadro 03**).

Quadro 03 - Conceituação dos termos: evento, acidente, risco e análise de risco, naturais ou geológicos, Augusto Filho et. al (1990)

	NATURAL	GEOLÓGICOS
Evento	Processo geológico que tenha ocorrido, sem causar consequências socioeconômicas	Processo geológico que tenha ocorrido, sem causar consequências socioeconômicas
Acidente	Processo geológico ou atmosférico que tenha ocorrido, causando consequências socioeconômicas.	Processo geológico que tenha ocorrido, causando consequências socioeconômicas.
Risco	Circunstancia ou situação de perigo, perda ou dano, social e econômico, devido a uma condição geológica ou atmosférica ou a uma possibilidade de ocorrência de processos naturais induzidos ou não.	Circunstancia ou situação de perigo, perda ou dano, social e econômico, devido a uma condição geológica ou a uma possibilidade de ocorrência de processo geológico induzido ou não.
Análise de Risco	Quantificação da circunstância ou situação de risco natural.	Quantificação da circunstancia ou situação de risco geológico.

Cerri (1993) conceitualiza os termos acidente, evento e risco, conforme o **Quadro 04**.

Quadro 04 - Conceitos de acidente, evento e risco, Cerri (1993)

Acidente	Fato já ocorrido, no qual foram registradas consequências sociais e/ou econômicas relacionadas diretamente ao fato
Evento	Fato já ocorrido, no qual não foram registradas consequências sociais e/ou econômicas relacionadas diretamente ao fato
Risco	Possibilidade de registro de um acidente

Cerri (1993) propõe, com muita propriedade, uma classificação de riscos. Essa classificação considera os riscos ambientais como a maior classe de riscos, estando a eles associadas às situações potenciais de perdas e danos ao homem, tanto em relação ao meio antrópico, quanto em termos das atividades modificadoras do ambiente. Subdivide os riscos ambientais em três classes, conforme mostra o **Quadro 05**.

Quadro 05 - Divisões do risco ambiental, Cerri (1993).

RISCOS AMBIENTAIS		
Riscos naturais	Riscos físicos	Riscos atmosféricos Riscos hidrológicos Riscos geológicos
	Riscos biológicos	Riscos associados à flora Riscos associados à fauna
Riscos Sociais		
Riscos Tecnológicos		

Cerri (1993) caracteriza os riscos naturais, sociais e tecnológicos, da seguinte forma:

- **Riscos naturais:** relativos ao meio ambiente natural e associado a processos que fazem parte da dinâmica natural (interna e externa) do planeta. Embora estes processos ocorram independentemente do homem, podem ser induzidos e intensificados por suas atividades. Exemplos de acidentes naturais: terremotos, atividades vulcânicas, escorregamentos, enchentes, furacões, secas, etc.;

- **Riscos sociais:** relativos ao meio ambiente antrópico (ou socioeconômico) e associados a circunstâncias que envolvam, diretamente, as atividades econômicas e as relações sociais do homem. Exemplos de acidentes sociais: guerras, conflitos, seqüestros, atentados, assaltos, etc.;

- **Riscos tecnológicos:** relativos às atividades modificadoras do meio ambiente e associados a processos produtivos, opções e concepções técnicas. Exemplos de acidentes tecnológicos: acidentes industriais como vazamento de produtos químicos, radioativos, tóxicos, quedas de aeronaves, acidentes automobilísticos, etc.

Aplicando definições de risco em trabalho de avaliação de riscos ambientais, Shook (1997, apud MARTOS, 1999) definiu dois termos:

Desastre = Risco (hazard) X vulnerabilidade

e

Risco de desastre = Risco(hazard) X vulnerabilidade X maneabilidade

Em que:

Desastre é o evento resultante da ação de um ou mais riscos sobre a vulnerabilidade de um elemento ou elementos.

Risco é o potencial de acontecimento de um desastre

Risco (hazard) é um evento ameaçador que pode causar perda de vidas ou danos a propriedades ou ao ambiente.

Vulnerabilidade trata de susceptibilidade de populações humanas, estruturas físicas, componentes ambientais sensíveis e outros.

Maneabilidade é o nível ou grau de planejamento para um controle de riscos e de elementos vulneráveis. Para a proposta de cálculo do risco total, pouco manejo atrai grandes valores numéricos em relação a um componente gerenciamento.

Shook (1997) considera que, tratando-se de risco ao homem, sempre há manejo, mesmo que em baixos níveis, portanto, o parâmetro Maneabilidade é sempre diferente de zero.

Ao se pensar em risco de desastre, pode-se levar em consideração o risco da utilização de áreas para a pecuária, sem o devido cuidado com a vulnerabilidade do meio e não utilizando técnicas conservacionistas (maneabilidade), acarretando no risco de desastre, que seria a perda de produtividade do solo. Novamente se observa a intensa relação existente entre o subsistema biofísico e sócio-produtivo, sendo que a perda de produtividade acarretará em novas relações sociais de produção.

Zuquette (1993) divide os riscos, de acordo com sua origem, em riscos naturais, que incluem os riscos geológicos, hidrológicos e atmosféricos; e em riscos tecnológicos, que são aqueles provocados pelo homem ou decorrentes de falhas de elementos de ocupação do solo.

Cerri (1993) considera que:

existe uma ampla concordância entre os autores em que o risco está associado a uma situação potencial de perdas e danos ao homem. Descreve o risco como a probabilidade da ocorrência de um evento e as consequências sociais e econômicas, potenciais, em que a probabilidade de ocorrência de um evento é igual à susceptibilidade, no qual se tem:

$$S = P$$

onde: S = susceptibilidade

P= Probabilidade de ocorrência de um evento

e

$R = P \times C$ onde:

R= Risco

P= Probabilidade da ocorrência de um evento
 C= Consequências sociais e/ou econômicas potenciais

O risco de contaminação das águas superficiais, por exemplo, corresponde à probabilidade de ocorrência de um evento, como o carreamento de carga poluente para os recursos hídricos, e a análise das consequências econômicas e sociais provenientes de tais eventos.

Na análise sistêmica, quando se pensa nas consequências sociais e/ou econômicas potenciais do risco, tem que se levar em consideração às consequências no sistema em si, como também as consequências nos sistemas adjacentes, pois, existem as trocas de energia em sistemas abertos.

Para Silva (1995) “os riscos ambientais compõem as limitações do ambiente, à luz deste, a uma ação interveniente, que pode ser antrópica, uma catástrofe natural ou mesmo a alteração lenta das condições do meio ambiente”.

Bordest (1991) considera:

como áreas de riscos ambientais, aquelas em situação de perigo potencial para a vida humana e ao ecossistema. Em seu trabalho o conceito de riscos ambientais é usado no seu sentido mais amplo. Além da preocupação do processo desencadeante do evento através de fenômenos naturais e da sua relação com o uso inadequado do solo, considera-se também a situação de perigo potencial quanto ao destino que se pretende dar a área.

“Quando se fala em riscos ambientais, convém lembrar que eles implicam algo que vai afetar o homem, o meio natural ou ambos. A necessidade de criar uma visão do que vai acontecer passa a ser fundamental: não basta diagnosticar, é preciso prognosticar” (MARQUES, 1988).

Para análise de risco, têm-se várias metodologias, as mais convencionais são aquelas utilizadas no levantamento de riscos de processos industriais e produtivos, já plenamente conhecidos e utilizados pela engenharia de segurança. Várias são as técnicas de identificação e análise de riscos de sistema e processos tradicionais, entre elas podem ser citadas a Técnica de Incidentes Críticos (**TIC**), What-If/Checklist (**WIC**), Análise Preliminar de riscos (**APR**), Análise de Modos de Falha e Efeito (**AMFE**), Análise de Operabilidade e Perigos (**HAZOP**), Análise de árvore de Eventos (AAE) e Análise de Árvore de Falhas (**AAF**).

Martos (1999) salienta que a aplicação das técnicas de análise de risco anteriormente mencionadas permite antever situações e processar informações, porém, praticamente, não

considera as conseqüências para as pessoas, o ambiente em seu entorno e a área de influência do empreendimento.

Daí a importância da análise de risco avaliar também as conseqüências para o meio e para a sociedade, pois é a partir de tais proposições que ações podem ser realizadas para otimizar o uso adequado do solo. A análise de risco, por si só, pode trazer benefícios limitados, sendo importante dar continuidade às demais atividades de avaliação e gerenciamento dos riscos identificados e avaliados.

Para Colella (1991) as fases de uma análise de risco lógica e sistemática são a avaliação qualitativa, avaliação quantitativa, decisão empresarial e/ou priorização de providências e, gerenciamento permanente dos riscos remanescentes (fase operacional).

Na determinação do tipo de análise a ser desenvolvida, devem ser considerados alguns fatores determinantes, como a área de estudo, a qualidade e profundidade de informações desejada, disponibilidade de informações. Dependendo da área, adaptações se fazem necessárias para obtenção de melhores resultados.

Várias informações sobre diferentes tipos de riscos podem ser sobrepostas gerando dados sobre áreas com diferentes níveis de risco, possibilitando o reordenamento do uso e ocupação do solo, pois existem áreas onde os riscos são reais, outros potenciais e ainda podem ser aceitáveis.

Zuquette (1995) enfatiza que, independentemente do tipo da fonte de riscos, a avaliação é sempre o resultado decorrente da probabilidade de ocorrer um evento com determinada intensidade e da vulnerabilidade dos elementos do meio ambiente diante do evento.

A ocorrência de eventos indesejados no subsistema natural desencadeia uma série de transformações nos demais subsistemas, pois, todos os elementos ou componentes do sistema estão interligados. Assim, ao avaliar o risco no subsistema natural, há necessidade de mensuração das conseqüências nos demais subsistemas (construído, social e produtivo) para que ações mitigadoras possam ser planejadas.

O avanço tecnológico permitiu a sociedade à otimização na produção, utilizando novas e variadas técnicas de produção em todos os setores, sendo que, as mesmas implicarão em algumas mudanças no ambiente ao longo do tempo. Mudanças estas, que acarretaram muitas vezes, impactos negativos ao ambiente, necessitando assim, do emprego de técnicas corretivas no processo produtivo, exigindo por sua vez, maior investimento neste setor.

Contudo, toda e qualquer ação produtiva depende da apropriação de recursos naturais e da exploração da força de trabalho, do emprego de capital e de mercado. Perante a crescente

sociedade de consumo, o subsistema produtivo exerce fortes pressões sobre o subsistema natural, que nem sempre recebe a atenção necessária no processo de planejamento, gestão e controle.

De Cicco e Tantazzini (1985) afirmam que:

as empresas e o público em geral tomaram nova consciência dos perigos potenciais decorrentes do continuo progresso tecnológico que a humanidade vem alcançando, percebendo assim, que conseqüências irreversíveis podem afetar o meio ambiente, que os recursos naturais não são ilimitados e que, do ponto de vista da economia em geral, o dinheiro nunca pode compensar vidas e patrimônios naturais destruídos.

Martos (1999) salienta que a existência de fatores que interferem nos distúrbios naturais, como a presença do ser humano e sua sociedade tecnicista, fazem com que a dinâmica de mudanças nos ecossistemas, comunidades e populações se efetuem de maneira rápida, sem que as propriedades de resiliência dessas paisagens sejam suficientemente eficazes na recuperação ambiental.

Assim, a partir do subsistema produtivo, que utiliza tecnologias diversas para a produção, o subsistema natural sofre modificações, pois para o desenvolvimento do sistema produtivo, faz-se necessário à implantação de infra-estrutura, sistema construído, para dar suporte para as atividades produtivas, até mesmo a extrativista, levando a uma nova organização do espaço.

Para Pires (1996):

qualquer que seja a técnica utilizada (desde que compatível e aplicável), a importância dos estudos de análise de risco pode ser evidenciada pelo grau de conhecimento do sistema no qual resultam e pela possibilidade de identificação de riscos e pontos fracos do sistema. Como resultados práticos, os estudos apontam soluções e sugestões dos riscos levantados, criando uma oportunidade de redução ou eliminação dos mesmos.

A análise de risco permite o levantamento de todos os elementos do sistema, entendendo suas singularidades, para que a partir das mesmas, e do entendimento das interações existentes entre os diversos elementos, assim como das trocas de energia internas e externas ao sistema, se chegue à totalidade. Compreendendo assim a complexidade do sistema, o nível de interação existente entre os elementos, hierarquizando e dando peso aos mesmos, possibilitando o entendimento do elemento desencadeante do risco, para melhor tomada de decisão, a partir de planejamento prévio e plano de gestão, manejo e controle.

Amorim (1991) salienta que:

a análise de risco é uma metodologia estruturada para identificar eventos indesejáveis e sempre que possível associar a esses eventos o risco resultante dos mesmos, sendo essa metodologia caracterizada, de forma geral, por três fases inter-relacionadas, que são: a identificação dos eventos indesejáveis, a avaliação do risco através da determinação da frequência de ocorrência e das consequências dos eventos e, finalmente, o cálculo e controle de risco.

Para a elaboração da análise de risco torna-se primordial a identificação dos eventos indesejáveis em uma unidade espacial, pois é justamente a partir dos eventos que se pode analisar a probabilidade do risco e quais as consequências ambientais e sociais do mesmo, para que sugestões de controle sejam propostas.

Por isso, a análise dos riscos deve levar em consideração, não apenas o funcionamento do subsistema natural, como também, a dinâmica sócio-produtiva, que envolve os demais subsistemas que geram e podem gerar eventos passíveis de serem quantificados, qualificados, e espacializados.

A partir da década de 90, com o crescimento da preocupação ambiental e com o respaldo da legislação ambiental, bastante abrangente e qualificada, carece da mudança da unidade de estudo de planejamento, até então extremamente limitada a limites político – administrativos, apresentando-se a bacia hidrográfica como excelente unidade de estudo e de planejamento. Não apenas empregadas para grandes bacias hidrográficas, mas também, para pequenas e micro-bacias rurais e urbanas.

Assim a análise de riscos ambientais em bacias hidrográficas tem um contexto bastante peculiar, pois em se tratando de uma área com limites bem definidos e possuindo uma dinâmica muito grande nas formas de uso e ocupação do solo, a análise dos riscos ambientais torna-se de grande relevância, principalmente em se tratando da água como principal elemento desse sistema.

Para Ayach (2001) “os corpos d' água acabam de uma forma ou de outra servindo como receptáculos temporários ou finais de uma grande variedade e quantidade de poluentes, principalmente a partir de fontes não naturais e de atividades humanas”.

Toda atividade desenvolvida na bacia é refletida na qualidade de suas águas, causando alterações em suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Como rios são sistemas de drenagem e de transporte com intensa comunicação com os ecossistemas terrestres, as bacias

adjacentes também sofrem os impactos, assim como a população residente na bacia e em bacias adjacentes.

“Os principais problemas que afetam os mananciais hídricos são decorrentes do manejo inadequado do solo, da utilização incorreta de agrotóxicos e do lançamento de esgoto sem tratamento nos cursos de água, causando-lhes assoreamento, contaminação e poluição” (PCBAP, 1997).

Para Baganha (1996):

a contaminação das águas ocorre quando são lançados ao meio hídrico resíduos sólidos e/ou líquidos, inadequadamente, ou pesticidas e fertilizantes utilizados nas lavouras, ou ainda, quando partículas em suspensão na atmosfera são carreadas ao solo pela ação de precipitações pluviométricas e estas afetam a qualidade das águas. Já a poluição, é considerada como qualquer modificação nas características do meio, causada por contaminantes, capaz de torná-lo indevido à saúde, à natureza, à segurança e ao bem-estar, prejudicando o equilíbrio natural.

A ocorrência de elementos e compostos contaminantes na água não necessariamente a tornará poluída, pois a poluição dependerá do tipo de uso que será feito da água. A água poluída ocorre quando esta perde parcial ou totalmente o seu aproveitamento para consumo humano ou para outros fins menos nobres, levando-se em conta os limites estabelecidos por padrões para as diversas finalidades de uso da água (PINTO, 2003).

A poluição das águas se origina através de várias fontes, dentre as quais destacam-se efluentes domésticos, efluentes industriais, deflúvios superficiais urbano e agrícolas, que por sua vez, estão associados aos tipos de uso e ocupação destas águas.

Morais (1996) destaca:

os efluentes urbanos e industriais, a agricultura e os processos de mineração, fossas sépticas, vazamento de tubulações de esgotos, aterros sanitários, lagoas de oxidação e irrigação com águas usadas ou contaminadas, lixo doméstico e industriais depositados próximos, ou em contato com águas superficiais e outras, como formas de contaminação.

Além da problemática da contaminação das águas superficiais, a água subterrânea também pode ser atingida.

Porto (1991) enfatiza que:

a contaminação das águas subterrâneas é um fenômeno muito mais preocupante que os das águas superficiais, visto que estas rapidamente se renovam e se recuperam após cessar o lançamento de efluentes, enquanto

aquelas, em muitos casos, têm sua recuperação tão demorada e onerosa que o aquífero é abandonado. Como é o caso das águas contaminadas por nitrato.

Segundo Branco (1991), as águas subterrâneas estão sujeitas à poluição e/ou contaminação a partir de diversas fontes: resíduos líquidos orgânicos formados a partir do processo de decomposição do lixo doméstico, nos depósitos a céu aberto ou em aterros mal projetados, freqüentemente, infiltram, constituindo o chorume ácido e séptico que atinge o lençol freático.

Os esgotos domésticos também contribuem para a alteração na qualidade das águas, segundo Sinelli (1991) “a influência de esgotos domésticos, sobre a contaminação da água subterrânea, pode ser avaliada segundo a concentração provável de nitrogênio de origem doméstica”.

Outra fonte de contaminação comum, risco potencial, é representada pelas fossas absorventes, quando estas invadem o lençol freático, caso em que recebem a denominação particular de fossas negras. Bactérias e outros elementos do esgoto percolam rapidamente, atingindo distâncias de até dezenas de metros, quando em terrenos saturados e de elevada permeabilidade (PINTO, 1999).

Segundo Corson (1993) “a agricultura tem grande responsabilidade contribuindo com a contaminação química por agrotóxicos, nitratos, fertilizantes ou mesmo a salinização do aquífero pela lixiviação de solos salinos irrigados”.

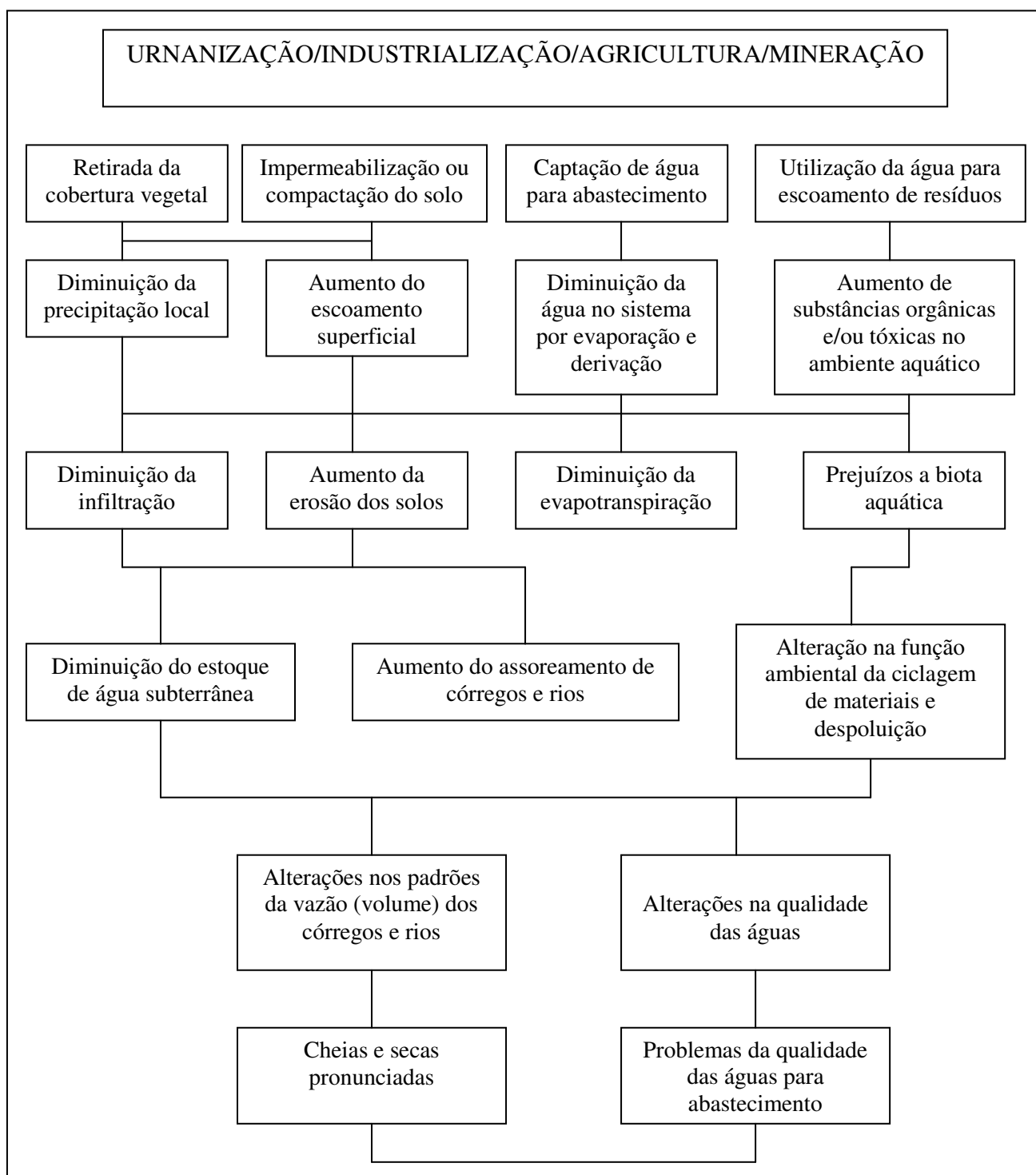
Para Cappi (2002) as áreas de pastagens também podem contribuir para o processo de lixiviação de nitrato e cloreto até as águas subterrâneas, quando densamente ocupadas por animais.

De acordo com Carvalho (2000):

tanto a agricultura como a pecuária, são atividades econômicas que necessitam de grandes áreas, onde o desmatamento é a primeira consequência negativa para o ambiente, deixando o solo exposto à lixiviação e favorecendo o carreamento de sedimentos para os rios e lagos, podendo acarretar aumento no uso de fertilizantes, desequilibrando o conteúdo de nutriente do solo e facilitando a contaminação química do ambiente.

Pires e Santos (1995) elaboraram fluxograma (**Figura 03**), que mostra a interdependência dos diversos atributos ambientais na área de drenagem, sendo ainda ressaltado o fato de qualquer que seja a abordagem dada ao assunto, deve-se integrar os

aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais, porém ressalta a importância destes últimos, os quais possuem um limite que se ultrapassado afetará todos os demais aspectos.



Fonte: Pires e Santos (1995)

Figura 03 – Fluxograma demonstrando os principais usos do solo e possíveis interferências nos recursos hídricos.

Daí a importância do levantamento dos riscos ambientais em bacias hidrográficas, sendo estes a probabilidade de processos desencadearem eventos, ocasionando a

contaminação ou poluição tanto das águas superficiais como subterrâneas, acarretando em consequências ambientais, sociais e produtivas.

Foster et al. (1987) apresentam a definição de risco de contaminação de águas subterrâneas que é conceitualizado como a interação entre os seguintes fatores semiindependentes:

- a carga poluente que é, será ou poderá ser aplicada no solo como resultado da atividade humana e
- a vulnerabilidade natural do aquífero à poluição

Entendendo-se que a vulnerabilidade de uma área é dada pela sua fragilidade e potencialidade à poluição, pode-se classificar uma área como de alta vulnerabilidade, mas sem risco de poluição, em função da ausência de uma carga poluente. Hirata (1997) salienta que “a carga poluente pode ser controlada e modificada, mas não a vulnerabilidade do aquífero”.

Assim para se admitir uma área com risco de contaminação de suas águas subterrâneas, se faz necessário o conhecimento da susceptibilidade ambiental da área. Sendo este realizado a partir do levantamento das condições naturais, elencando assim os riscos naturais. A partir deste levantamento, e a correlação com os demais subsistemas, que contribuirão com a carga poluente, torna-se possível a avaliação dos riscos ambientais da área.

Torna-se possível também a identificação das áreas onde os riscos são mais intensos, por existir fragilidade e/ou carga poluente maior, e áreas com riscos menores. Possibilitando assim, sugestões nas formas de uso e ocupação.

As fontes de poluição das águas subterrâneas podem ser classificadas, segundo Yoshinaga e Gomes (1990), como fontes dispersas e fontes pontuais:

Fontes dispersas – são fontes distribuídas sobre uma área relativamente grande, contribuindo com quantidade relativamente pequena de poluentes em cada ponto. Encontram-se nessas fontes de poluição, as poluições provenientes das atividades agrícolas e pecuárias, esgotos domésticos não servidos de rede coletora e alguns tipos de resíduos industriais dispostos para infiltração em grandes áreas. Introduzem poluentes em áreas amplas, poluindo grandes extensões de maneira relativamente homogênea.

Fontes pontuais – são fontes que afetam uma área limitada, porém contribuem com cargas elevadas de poluentes nessas áreas restritas.

Dessa forma, a bacia hidrográfica constituída por uma série de elementos dos subsistemas natural, construído, social e produtivo, em dinâmica e complexa transformação, perante as interações de energia e resistência, sobressaindo-se a antrópica, consiste em

excelente unidade de estudo para a análise dos riscos ambientais. Pois, a partir do entendimento da dinâmica que rege seu funcionamento, os riscos serão identificados, mapeados, analisados, classificados, propiciando elementos para a escolha de medidas mitigadoras e/ou corretivas, buscando a manutenção e/ou retomada do equilíbrio dinâmico sustentável. Propõe-se então, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo e de planejamento, considerando a água como indicador principal dos riscos resultantes e de qualidade ambiental desse sistema, metodologicamente apresentado pelo modelo a seguir, **(Figura 04)**.

A partir do modelo os riscos ambientais podem ser divididos em riscos naturais, construídos, sociais e produtivos, sendo que:

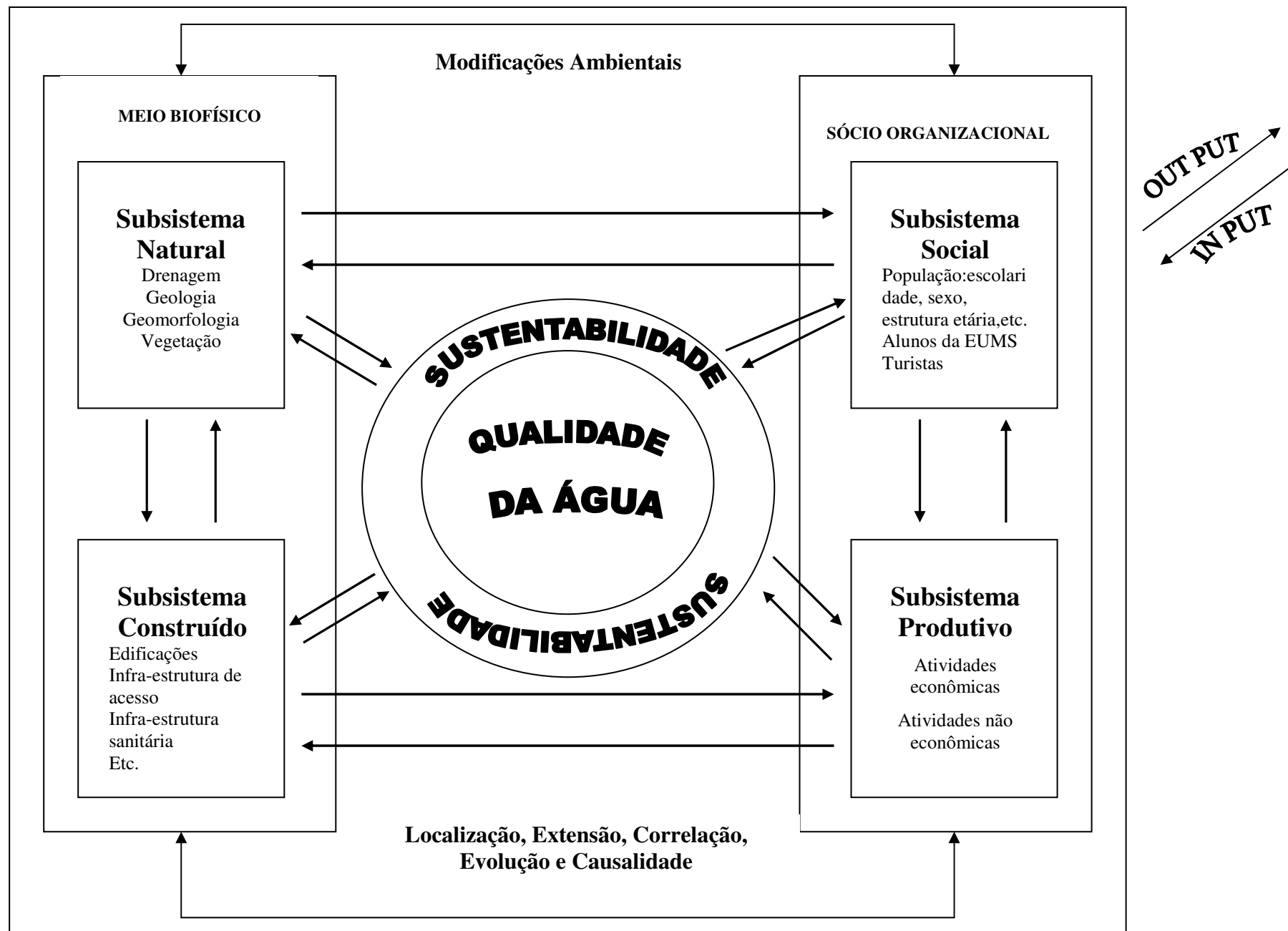
- **Riscos naturais:** relativos ao meio ambiente natural e associado a processos que fazem parte da dinâmica natural, resultante da interação dos elementos do subsistema natural podendo ser induzidos e intensificados pelo homem.

Os riscos naturais podem ser originados a partir de uma fragilidade natural, zonas de fraquezas naturais, que podem causar um evento indesejável, gerando assim prejuízos ambientais e sociais. Esse risco pode ser intensificado pela ação humana, resultante da constante troca de energia e matéria, entre os demais subsistemas (construído, social, e produtivo).

O subsistema natural é a base geográfica onde se desenvolvem as relações sociais de produção, utilizando-se das tecnologias disponíveis, empregadas segundo sua disponibilidade de capital e inserção na estrutura do sistema capitalista. Refletindo assim, seu grau de desenvolvimento econômico, sociocultural e geopolítico, engendrado ao longo do tempo histórico.

Como para a sobrevivência da sociedade de consumo, que cada vez mais se apropria dos elementos do subsistema natural e os transforma em resíduos, gerando riscos ambientais, desde a sua coleta ou extração, até seu descarte como lixo ou matéria prima para reuso, torna-se necessário o estudo da fragilidade e dos riscos, que cada subsistema possui, perante diferentes classes de uso, de ocupação, de gestão e de controle do solo urbano e rural. Propondo-se medidas preventivas, corretivas ou de amenização dos impactos, visando à otimização do uso dos recursos e a minimização dos riscos/impactos negativos.

- **Riscos Construídos:** referem-se às transformações espaciais construídas sobre o espaço natural, vinculada à ocupação socioeconômica produtiva, espacializada pelas:



Fonte: PINTO et al. (2005)
Adaptação: Kullock (1994)

Figura 04 – Modelo Simplificado de Funcionamento e Análise de Bacias Hidrográficas

edificações prediais, infra-estrutura viária, infra-estrutura sanitária, etc, que geram impactos ao ambiente, de mais ou menos monta, especialmente se edificadas em locais ambientalmente inadequados. Os riscos construídos serão originados a partir das inter-relações existentes entre os elementos do subsistema construído.

A partir da organização sócio produtiva, há a necessidade de construção de infra-estrutura para dar suporte a estas atividades econômicas e sociais. Edificações estas, que se não planejadas, sem conhecimento prévio da fragilidade do subsistema natural, do patrimônio histórico, sociocultural, entre outros podem gerar riscos.

Como exemplo, pode se observar que a construção de currais e pocilgas próximos a canais fluviais e poços, consiste em sérios riscos de contaminação dessas águas, assim como a formação de campos de pastagens, sem a utilização de técnicas conservacionistas, podem levar à contaminação do aquífero, à lixiviação, perda e empobrecimento da fertilidade do solo e ao assoreamento dos rios.

A análise da localização, extensão, correlação, evolução e causalidade, princípios coadjuvantes aos de unidade, complexidade e totalidade, são fundamentais para a determinação dos riscos construídos, em sistemas hidrográficos. A localização de um curral próximo a um córrego, pode aumentar a probabilidade de carreamento de material para o mesmo, assim como, a extensão ou o tamanho do curral pode gerar uma maior quantidade de carga poluente. Estas características aliadas a outros elementos, como declividade do terreno, ausência de cobertura vegetal, não utilização de técnicas conservacionistas, pode aumentar o risco de contaminação.

Contaminação esta, que no decorrer do tempo, pode contribuir para modificações no ecossistema aquático, a saúde da população residente na bacia, ou em seu entorno e ao subsistema produtivo, devido à perda da qualidade dos recursos naturais e consecutivo aumento do custo de produção.

- **Riscos sociais:** relativos às características da sociedade local, dos proprietários, funcionários, familiares, turistas e estudantes. Através de dados sobre escolaridade, idade, sexo, renda, cultura, etc., torna-se mais fácil entender as diversas formas de organização retratada na bacia, sendo que tais informações e correlações entre si serão entendidas dentro do subsistema social.

Os riscos sociais podem ser traçados a partir do entendimento do perfil da população residente na bacia, assim como, suas formas de organização. A densidade populacional pode

influenciar para os riscos, pois essa densidade necessita de maior infra-estrutura e a mesma construída de forma inadequada, podem contribuir para o risco de contaminação das águas.

Fatores como escolaridade, cultura da população também podem contribuir para tal problemática. Por exemplo à prática de enterrar lixo, sem a preocupação com a localização de poços e córregos pode ser um agravante para a qualidade das águas, assim como, a retirada da mata ciliar, para aproveitamento para a pecuária.

- **Riscos produtivos:** relativo às atividades econômicas e as atividades não-econômicas. Os riscos produtivos ocorrem a partir de informações a respeito das atividades produtivas da bacia e quais as formas de produção. A partir do entendimento das correlações existentes dentro do subsistema produtivo, torna-se possível à mensuração de seus riscos.

O risco produtivo corresponde às atividades produtivas e não produtivas desenvolvidas em uma bacia hidrográfica, sendo que estas atividades são realizadas sobre o subsistema natural, necessitando de infra-estrutura para tal fim, contribuindo para o subsistema construído, sendo que a atividade desenvolvida e as formas de manejo dependem das características da população residente na bacia.

Assim, a atividade produtiva molda todo o sistema bacia hidrográfica, pois é a partir de tal atividade, que se faz necessário uma infra-estrutura adequada para a mesma, assim como pode aumentar ou diminuir o número de habitantes de uma bacia. Toda essa infra-estrutura, com uma população residente que possui uma cultura, uma forma de manejar o solo, desenvolvendo diversos tipos de atividades, pode gerar os riscos ambientais, risco este associado à contaminação das águas dessa bacia.

Na análise dos riscos ambientais, torna-se importante o entendimento das partes, no caso de cada subsistema, pois cada informação levantada (geologia, infra-estrutura domiciliar, população, etc.) constitui uma unidade dentro de cada subsistema, a partir do cruzamento de tais informações há a possibilidade do entendimento da totalidade do subsistema, partindo assim para o entendimento da complexidade do mesmo, entendendo quais as relações e hierarquia existente entre os diversos elementos componentes do mesmo. A partir do entendimento da complexidade, possibilita-se a mensuração de qual elemento tem uma fragilidade maior em cada subsistema.

A partir do entendimento da complexidade de cada subsistema, torna-se possível entender a complexidade do sistema bacia hidrográfica como um todo. Na análise do sistema, cada subsistema indica a unidade, a mensuração das relações existentes entre os mesmos, gera o

entendimento da totalidade, possibilitando assim o entendimento da complexidade do sistema como um todo.

Não se esquecendo que a bacia trata-se de um sistema aberto, recebendo influências e influenciando sistemas adjacentes. Para o entendimento da complexidade deste sistema e mensuração dos riscos, torna-se necessário o entendimento do *input e output* relacionados com a bacia.

A partir do entendimento de toda essa dinâmica, torna-se possível o entendimento da complexidade, evidenciando os riscos ambientais, riscos estes associados à qualidade das águas tanto superficiais como subterrâneas, sendo este o principal indicador de qualidade ambiental e por sua vez de qualidade de vida.

Assim, a presente proposta visa, a partir do modelo proposto, avaliar os riscos ambientais da bacia do córrego Fundo, tendo como principal indicador de qualidade ambiental, a qualidade de suas águas superficiais. A presente análise consistirá em entender quais os riscos ambientais à qualidade das águas superficiais gerados pela principal atividade desenvolvida na bacia, a pecuária extensiva de corte.

O levantamento de tais informações será realizado a partir da elaboração de cartas de riscos em bacias hidrográficas, sendo estas a representação espacial das fragilidades ambientais da área.

III – CARTA DE RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para a elaboração da carta de riscos, necessita-se, em um primeiro momento, da identificação dos mesmos, sendo esta realizada a partir do entendimento dos processos que podem gerar eventos indesejáveis, afetando o ambiente, assim como a sociedade.

Para tanto, se faz necessário o conhecimento prévio da complexa rede de elementos inter-relacionados e da sua espacialização geográfica. E para seu ordenamento e gestão, é fundamental a previsão dos riscos ambientais naturais e antrópicos, resultante da interação dos grupos de subsistemas do meio biofísico e sócio produtivo, classificados e mapeados conforme métodos e técnicas, que serão comentadas a seguir.

Para Cerri e Amaral (1998) “a elaboração da carta de risco pode ser subdividida em 3 etapas: levantamento de dados básicos do meio físico e antrópico, mapeamento de campo e representação cartográfica”.

O levantamento de dados básicos corresponde ao levantamento das características físicas, de uso do solo e os processos geológicos, sendo fundamental para os dois primeiros a aquisição de mapas topográficos em diferentes escalas, fotografias aéreas de épocas diversas, coleta dos dados sobre geomorfologia e os tipos de materiais geológicos. Para os processos geológicos, as informações mais relevantes estão contidas nos mapas temáticos de geologia, hidrologia, pedologia, geomorfologia e fotografias aéreas, além de sondagens diretas, relatórios de obras civis e trabalhos técnico-científicos publicados.

Cerri e Amaral (1998) salientam que “nessa fase é importante organizar, em bancos de dados digitais, as informações coletadas e os primeiros resultados de sua interpretação, de modo a permitir o acesso rápido às informações”.

O mapeamento de campo é iniciado com um levantamento geológico-geotécnico expedito da área de estudo visando ambientar a equipe técnica com os materiais geológicos presentes na área, avaliar a qualidade das informações obtidas com a interpretação das fotografias aéreas e cartas topográficas, explicar os objetivos dos trabalhos aos moradores das áreas investigadas visando a melhor operacionalidade dos trabalhos de campo e compatibilização de interesses (CERRI e AMARAL, 1998).

A representação cartográfica das cartas de risco geológico deve apresentar a hierarquização das situações de riscos identificadas, expressa segundo diferentes graus de risco, normalmente se utilizam cores ou números com o intuito de facilitar aos usuários a visualização das informações.

Assim o levantamento e mapeamentos de informações tornam-se primordial para a identificação dos riscos, sendo uma ferramenta de grande valia para o planejamento. Tanto as informações do meio natural, como das atividades sócio produtivas podem ser espacializadas através de cartas, representando assim, as diversas formas de organização da sociedade sobre a natureza.

Nesse contexto, a cartografia e o sensoriamento se tornam ferramentas essenciais para esse processo de construção cartográfica. Partindo do princípio de que a geografia entre outras, preocupa-se com a organização e distribuição dos fenômenos no espaço, torna-se necessário, a utilização de técnicas de representação que possibilitem a construção de documentos precisos e confiáveis que auxiliem na tomada de decisões.

Para Santos (2001):

a cartografia temática é o ramo da cartografia que apresenta maiores afinidades com os estudos geográficos. A geografia utiliza-se amplamente de seus recursos para a elaboração de seus estudos, desde a coleta de dados até a finalização com a elaboração de cartas. Neste processo, a cartografia assume caráter estatístico, dando aos dados trabalhados um tratamento estatístico-cartográfico, responsável pelo arranjo e pela apresentação gráfica desses dados por meio das mais variadas técnicas de representação, fornecendo informações necessárias para o desenvolvimento do estudo.

Nesse contexto, a cartografia configura-se como uma técnica auxiliar em relação à geografia, como coloca Sanchez (1981) “ é um meio, uma técnica, e nunca o fim de um trabalho ou pesquisa geográfica”.

Joly (1990) ressalta que:

o objetivo dos mapas temáticos é o de fornecer, com o auxílio de símbolos qualitativos e/ou quantitativos dispostos sobre uma base de referência, geralmente extraída dos mapas topográficos ou dos mapas de conjunto, uma representação convencional dos fenômenos localizáveis de qualquer natureza e de suas correlações.

Na elaboração de cartas temáticas, a utilização de programas como AutoCad R14, Spring, entre outros, são ferramentas de grande utilidade, pois permitem a vetorização de informações, assim como possibilita o georreferenciamento da área de estudo. A partir do georreferenciamento, informações levantadas a campo podem ser localizadas, atualizadas e avaliada a evolução dos elementos ou dos fenômenos/eventos perigosos ou potencialmente perigosos.

A partir da análise da evolução do uso e ocupação do solo, juntamente com a percepção da localização e extensão dos elementos, torna-se possível mensurar as mudanças ocorridas no sistema ao longo do tempo, através da relação causa-efeito, auxiliando no processo de entendimento dos riscos.

Para Bastos (1995) a automação é um poderoso instrumento de análise e realização cartográfica, cuja vantagem principal é a de “produzir rapidamente um grande número de documentos variados através do processamento de uma enorme quantidade de dados registrados, gerando novos documentos, bem como possibilitando a atualização de antigos”.

Joly (1990) salienta que:

a cartografia computadorizada ultrapassa amplamente a simples representação gráfica automática dos fenômenos geográficos. Deve ser considerada como um elo de uma cadeia contínua de operações que, partindo de uma coleta de dados, continua com um tratamento estatístico ou matemático e chega à visualização e/ou memorização sob a forma cartográfica dos resultados obtidos.

Além da cartografia como forma de representação de uma realidade presente ou prevista, o sensoriamento remoto também é uma ferramenta de grande valia para a análise geográfica. Para Marcondes (2001), através das imagens de satélite são atualizadas as formas de utilização e organização do espaço, como também a sua ocupação, permitindo estudar e diagnosticar alguns processos que se desenvolvem em uma região.

Florenzano (2002) define sensoriamento remoto como “a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro de energia refletida ou emitida pela superfície”.

Marcondes (1999) ainda considera que:

nas últimas décadas, o sensoriamento remoto tem se mostrado bastante útil para a ciência geográfica, principalmente no que se refere à obtenção de informações

espaciais para o monitoramento da terra, dando melhores subsídios para um melhor planejamento físico territorial do meio ambiente”.

Em sensoriamento remoto existem diversas formas de se trabalhar com as informações coletadas, para que se chegue a um produto final de boa qualidade, porém em todas elas torna-se indispensável à utilização da computação, quer como meio de geração e processamento das informações, aplicação de pacotes estatísticos ou no trabalho artístico final, realçando os atributos de maior interesse.

Para Santos (2001):

o geoprocessamento e os SIGs surgiram com a evolução da tecnologia computacional. O nome Sistema de Informações Geográficas (SIGs) ou Geographic Information System (GIS) é muito utilizado e em muitos casos é confundido com geoprocessamento. O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase nas análises espaciais e nas modelagens de superfícies.

Marcondes (2001) salienta que os Sistemas de Informações Geográficas são capazes de sobrepor vários mapas diferentes como, por exemplo, topografia, pedologia, hidrografia e outros, denominados comumente de layers, podendo-se obter um mapa síntese do cruzamento desses layers.

Essa sobreposição de mapas temáticos contribui para a avaliação de riscos, pois várias informações ao serem correlacionadas, proporcionam a mensuração das áreas de maior ou menor susceptibilidade ou fragilidade ambiental, colaborando para a identificação e classificação das áreas de riscos.

Ainda levando em consideração, as etapas propostas por Cerri e Amaral (1998), anteriormente citadas, após o levantamento e espacialização das informações, utilizando como ferramentas o sensoriamento remoto e a cartografia, torna-se necessário à verificação em gabinete ou em campo das informações levantadas.

O levantamento e a checagem de campo sobre os subsistemas construído, produtivo e social, também podem ser complementados a partir da aplicação de questionários e/ou entrevistas de campo. Tais informações complementam as informações de gabinete e possibilitam a elaboração de cartas mais precisas.

O conhecimento e mapeamento das condições naturais, assim como da realidade sócio-produtiva de uma bacia hidrográfica, espacializadas em cartas temáticas, fornecem subsídios para a identificação das áreas de riscos, de graus de fragilidade ou susceptibilidade de eventos perigosos.

Para a elaboração de cartas de riscos ambientais, existem várias metodologias, normalmente vinculadas a risco hidrogeológicos, pedológicos e biológicos, de escorregamentos, erosões, contaminação das águas e dos solos, entre outros .

O IUGS Working Group – Committee on Risk Assesment (1997 apud Augusto Filho, 2001) reconhece dois grandes tipos de abordagens para a realização da análise de risco de escorregamentos: análise qualitativa e análise quantitativa.

a análise qualitativa resulta da consideração ou combinação dos seguintes parâmetros básicos: perigos ou tipos de escorregamentos existentes e potenciais, tipologia e vulnerabilidade dos elementos ou infra-estrutura e população sujeitas a estes perigos. Os riscos resultantes das análises qualitativas podem ser expressos por níveis ranqueados. Nas análises de risco qualitativas mais sofisticadas, existe um incremento da expressão quantitativa destes parâmetros básicos, mesmo que estes números resultem da experiência e do julgamento.

Ainda segundo o IUGS Working Group Committee on Risk Assessment (op cit), a análise de risco quantitativa consiste das seguintes atividades principais:

- Análise de perigo ou análise da probabilidade e características dos escorregamentos potenciais.
- Identificação dos elementos sob risco, isto é, seu número e características, incluindo sua variabilidade temporal e vulnerabilidade ao perigo identificado;
- Análise da vulnerabilidade dos elementos sob risco; e
- Cálculo do risco resultante das etapas anteriores (perigos, elementos sob risco e vulnerabilidade destes elementos sob risco)

Augusto Filho (2001) destaca que “vários autores têm proposto as chamadas equações de risco para análise dos fenômenos geológicos, com parâmetros variáveis em função do tipo de processo e grau de conhecimento técnico acumulado sobre a dinâmica do mesmo”.

Para Castro et al. (2005):

esses métodos quantitativos apresentados são reduzidos, considerando a diversidade de abordagens existente, mas significativos em termos de uso e representatividade nas pesquisas científicas e técnicas. A utilização destas equações implica em um conhecimento satisfatório da dinâmica dos processos em questão, da sua escala espacial, da vulnerabilidade dos elementos sob risco, de métodos de valoração das conseqüências, entre outros aspectos relevantes.

Para a formulação de uma análise quantitativa, há a necessidade de maior conhecimento sobre o sistema em questão, pois se tem que entender sua dinâmica como um todo e estabelecer parâmetros para a quantificação.

As maiores dificuldades encontradas são a quantificação das conseqüências associadas aos eventos (danos sociais e econômicos), pois a mensuração da mesma torna-se bastante difícil, principalmente em se tratando de sistemas abertos e com uma dinâmica bastante intensa.

Para Augusto Filho (2001) as análises de riscos associados a processos geológicos realizadas no Brasil, incluindo os escorregamentos, correspondem, na sua grande maioria, a análises de risco qualitativas, principalmente na consideração da magnitude das conseqüências.

Lu (1985 apud BARROS, 2001) identifica dois tipos principais de métodos para a elaboração da carta de risco de escorregamentos: o método dos índices; e o da sobreposição de mapas ou overlay.

No método dos índices, atribuem-se valores numéricos diretamente proporcionais ao nível de influência de cada parâmetro analisado na geração da situação de risco (por exemplo, 1 a 3 para as classes de declividade menores que 30%, entre 30% e 50%, e maiores que 50%, respectivamente). Os níveis de riscos finais são expressos por índices totais, obtidos através de uma expressão numérica.

No método da sobreposição de mapas (método overlay), a carta de risco resulta do cruzamento de mapas temáticos. As classes de terreno resultantes são cartografadas segundo os fatores determinantes da tipologia, potencialidade de deflagração dos escorregamentos e desencadeamento de acidentes (geologia, declividade, formas de relevo, uso, etc.).

Ambos os métodos podem ser aplicados na análise de risco em bacia hidrográfica, o método indicado dependerá dos objetivos a serem alcançados, assim como disponibilidade de informações e recursos a serem utilizados.

Augusto Filho (1994) utilizou-se de técnicas digitais, na Serra do Mar em Ilha Bela/SP para elaborar a carta de risco, propondo o seguinte procedimento metodológico para operacionalizá-la (**Figura 05**).

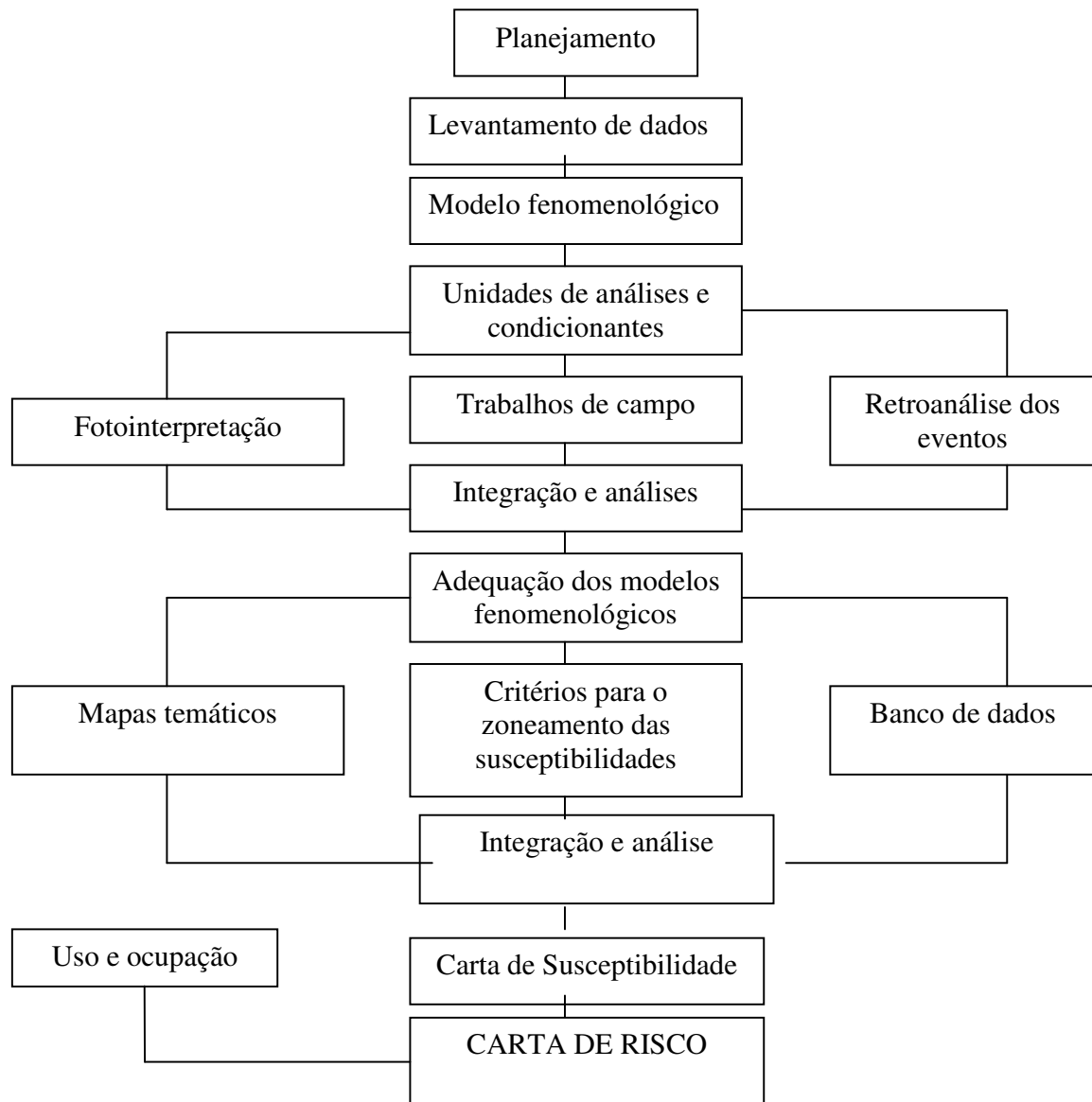


Figura 05 – Fluxograma para elaboração da carta de risco, elaborado por Augusto Filho (1994).

Barros (2001) seguiu a metodologia de pesquisa proposta por Libault (1971). De acordo com esta, o trabalho foi estruturado em quatro níveis: compilatório, correlativo, semântico e normativo. O nível compilatório compreende o levantamento dos dados e compilação destes dados. De acordo com a finalidade do trabalho, são definidos no nível posterior, correlativo, os primeiros cruzamentos das informações. Em seguida, no nível semântico promove-se a combinação sintética das variáveis visando a melhor representação do modelo desejado, que será avaliado conforme o objetivo principal no nível normativo (**Quadro 06**).

Quadro 06- metodologia desenvolvida para elaboração da carta de risco, segundo Libault (1971).

NÍVEIS DA PESQUISA				
COMPILATÓRIO		CORRELATIVO	SEMÂNTICO	NORMATIVO
APLICAÇÃO DO SIG				
Levantamento aerofotogramétrico	Base topográfica	ANÁLISE E CORRELAÇÃO DOS ATRIBUTOS	CARTA DE SUSCEPTIBILIDADE	CARTA DE RISCO
Trabalho de campo e consulta bibliográfica	Cadastro de movimentos gravitacionais de massa			
Leituras do pluviômetro	Dados de chuva			
Trabalho de campo	Cadastro das casas em risco			
Trabalho de campo, mapas básicos, fotos aéreas e consulta bibliográfica	Mapas temáticos: declividade, geomorfologia, geologia, escorregamento, uso e ocupação do solo	CARTAS INTERMEDIÁRIAS		
	Carta geotécnica			
			Uso e Ocupação do solo Cadastro das casas em risco Medidas Mitigadoras	

Para a análise de risco em bacia hidrográfica, considerando o modelo de análise proposto e os níveis propostos por Libault (1971), considera-se o nível compilatório como o correspondente ao levantamento das informações básicas tanto do subsistema natural como dos subsistemas construído, social e produtivo.

Para cada elemento do subsistema natural (geologia, geomorfologia, rede de drenagem, vegetação, etc) há a necessidade de elaboração de cartas temáticas, pois para o entendimento da complexidade do subsistema natural e caracterização das áreas de risco é necessário o entendimento da complexidade de cada elemento em si.

As informações sobre os demais subsistemas, além da coleta de informações relevantes junto a Prefeituras, Secretarias Estaduais de Obras e Rodagem, Produção, etc., podem ser levantadas a partir da aplicação de questionários de campo, buscando informações necessárias

sobre a organização sócio produtiva da área. Informações estas também espacializadas em cartas temáticas.

O nível correlativo corresponde à correlação, elaborada a partir de cada carta temática nos subsistemas. As informações referentes ao subsistema natural serão correlacionadas entre si, gerando a carta de riscos naturais da bacia, áreas susceptíveis onde a probabilidade de ocorrer um evento indesejado será maior, devido à fragilidade da mesma.

O mesmo ocorre com as cartas temáticas elaboradas nos demais subsistemas, serão correlacionadas gerando o risco construído, produtivo e social. Partindo assim para o entendimento da complexidade de cada subsistema, entendendo as interações existentes entre seus elementos.

O nível semântico corresponderia à fase de correlação entre as cartas de risco de cada subsistema, identificando as áreas mais susceptíveis a eventos indesejáveis. Nessa fase os riscos podem ser classificados, permitindo um zoneamento da área.

No nível normativo, ocorre a elaboração da carta de riscos ambientais, identificando os processos que podem gerar os eventos indesejáveis, e as possíveis conseqüências dos mesmos, conseqüências estas relacionadas com a qualidade da água de bacias hidrográficas, sendo este o principal traçador de qualidade ambiental da bacia.

No trabalho desenvolvido por Martos (1999), a análise de risco, contextualizou-se no processo de gerência de riscos abrangendo as fases de identificação, análise e avaliação dos riscos, existindo técnicas específicas para cada uma dessas fases de gerência de riscos.

Como identificação de perigos, pode-se entender as atividades nas quais se procuram situações, combinações de situações e estados de um sistema que possa levar a um evento indesejável. A fase de análise de riscos consiste no exame e detalhamento dos perigos identificados, com o intuito de descobrir as causas e as possíveis conseqüências caso os acidentes aconteçam. Já na avaliação dos riscos, o que se procura é quantificar um evento gerador de possíveis acidentes (ALBERTON, 1996)

As metodologias de identificação de riscos visam à prevenção de potenciais perdas humanas, materiais e do meio ambiente que possam surgir no processo de uso e ocupação do solo.

Fantazzini e Farber (1989) elaboraram uma tabela de Análise Preliminar de Risco Ambiental – APRA, Conforme Tabela apresentada abaixo:

Tabela 01 - Modelo de formulário de Análise Preliminar de Risco Ambiental

Risco	Causa	Impacto Ambiental	Categoria de Risco	Medidas corretivas/preventivas

A tabela da APRA apresenta várias colunas:

- Risco: são listados como possíveis impactos ambientais
- Causa: processos ou procedimentos que podem deflagrar o evento;
- Impacto ambiental: efeito do acidente sobre o ambiente;
- Categoria de risco: Fantazzini e Farber (1989) hierarquizaram os riscos ambientais nas seguintes categorias:

I – desprezível: o risco não irá resultar em impacto ambiental

II – Marginal ou limítrofe: o risco poderá resultar em impacto ambiental, com danos de certa extensão, podendo ser compensado ou controlado adequadamente;

III – Crítico: o risco poderá resultar em impacto ambiental com danos substanciais, ou ser inaceitável, necessitando de medidas corretivas;

IV – Catastrófico: o risco poderá resultar em impacto ambiental, com severos danos, incluindo fatalidades.

Medidas corretivas e/ou preventivas: atos e procedimentos desenvolvidos com a finalidade de evitar, prevenir, mitigar ou corrigir o evento.

Martos (1999) desenvolveu um modelo, onde sugere a realização de uma Análise Preliminar de Risco Ambiental Tecnogênico – Mineração (APRAT – M); a partir daí estabelece-se uma hierarquização dos riscos, levando-se em consideração as consequências desses riscos ao ambiente e a possibilidade de recomposição das áreas afetadas pelos eventos provenientes dos riscos (**Figura 06**)

O mesmo autor propõe algumas alterações na APRA, criando a Análise Preliminar de Risco Ambiental Tecnogênico – Mineração (APRAT – M), sendo o modelo proposto mostrado pela **Tabela 02**.

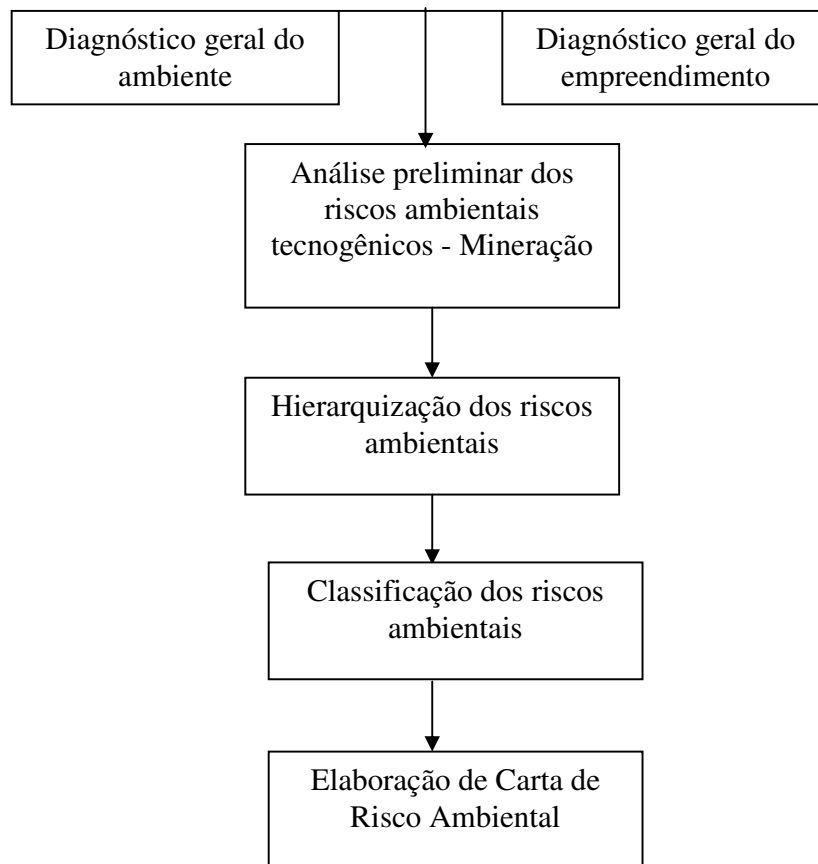


Figura 06 - Modelo da metodologia de análise de Risco Ambiental Tecnogênico, proposta por Martos (1999)

Tabela 02 - Tabela para Análise Preliminar de Risco Ambiental Tecnogênico – Mineração

Processo (causa)	Evento (Risco)	Alteração ou Impacto Ambiental	Medidas corretivas e/ou preventivas

Realizado o diagnóstico ambiental, o referido autor sugere a classificação e hierarquização dos riscos, com base nas características e atributos dos elementos de risco, tais como toxicidade, quantidade, frequência de ocorrência, tipo de dispersão, além da extensão e também dos compartimentos ambientais passíveis de sofrerem os efeitos dos eventos de risco.

Para o mesmo autor a hierarquização dos riscos, está ligada à possibilidade de recomposição ambiental dessas áreas em caso de acidentes. O princípio é que sejam utilizados os conceitos emitidos por IPT (1988) para categorização e mapeamento dos riscos.

Segundo IPT (1988), as medidas adotadas para o restabelecimento do equilíbrio em um ecossistema podem assumir três condições distintas, quais sejam:

Restauração: reprodução das condições exatas do local antes de sofrer uma determinada intervenção;

Recuperação: as atividades de restabelecimento ambiental de uma área degradada devem torna-la semelhante à anteriormente existente, em outras palavras, seria o mesmo que devolver ao local o equilíbrio dos processos naturais ali existentes antes da intervenção;

Reabilitação: está relacionada a idéia de uso e ocupação do solo, ou ainda a uma certa produtividade, de forma a tornar o local compatível com as condições ambientais e estéticas circunvizinhas. Neste último sentido, uma área que tenha sido severamente alterada pela intervenção poderá ser destinada a uma forma de uso e ocupação do solo diferente daquela adotada ou existente antes da intervenção.

Para Martos (1999) a classificação do risco deve ser realizada conforme os seguintes conceitos:

Risco 1 – Desprezível: o risco não irá resultar em alteração ou dano ambiental perceptível. Está ligado ao conceito de restauração.

Risco 2 – Moderado: o risco poderá causar eventos que proporcionarão alterações pouco significativas ao ambiente. Utiliza-se nessa categoria o conceito de recuperação.

Risco 3- Acentuado: a ocorrência de eventos ligados a esse risco poderá causar alterações significativas no ambiente. Liga-se ao conceito de reabilitação.

Risco 4 – Crítico: essa classe de risco poderá redundar em alterações ambientais irreparáveis ou que provoquem mortes, doenças a seres humanos, comprometimento da fauna e flora, em qualquer prazo de tempo. Também deve ser aplicado a situações de descumprimento da legislação ambiental específica.

Levantados, analisados, hierarquizados e classificados os riscos, deve-se elaborar uma carta de riscos, ou seja, uma representação gráfica das categorias de risco, em determinada escala, localizando fisicamente os processos e locais de possíveis ocorrências de eventos, incluindo análise interpretativa da causa do evento, isto é, indicando os processos principais das categorias de risco.

Quando da construção de cartas de riscos, torna-se necessário em primeiro lugar à especificação de objetivos, a segunda é a escolha da escala de mapeamento e a terceira é a construção da legenda.

Tendo então como a carta à unidade cartográfica básica de mapeamento, Santos (1989) propõe três ordens de grandeza:

- escala regional (de 1:250.000 a menores): correspondente à ordem de grandeza, em termos de unidade de superfície, áreas acima de 10^4 Km^2 ;
- Escala de semi-detalle (de 1:50.000 até 1:250.000): utilizadas para superfícies de 10^2 a 10 Km^2 .
- escala de detalhe (de 1:25.000 a maiores): utilizadas em áreas menores que 10 Km^2

Nota-se que há um hiato entre as escalas de semi-detalle e detalhe na classificação de Santos, que é o intervalo entre as escalas 1:50.000 e 1:25.000.

Para Politano et al. (1990), em trabalhos com microbacias hidrográficas grandes devem ser realizados levantamentos dos tipos semidetalhado e detalhado, elaborando-se cartas temáticas com escalas entre 1:20.000 e 1:100.000. Nas microbacias pequenas, os levantamentos devem ser dos tipos detalhado e ultradetalhado, com elaboração de cartas com escalas entre 1:5.000 e 1:25.000.

A representação do risco no mapa de risco deve ser realizada através de cores e legendas, com os processos e eventos dos riscos, baseadas em letras maiúsculas e minúsculas.

Para Fernández (1998) “a utilização de cores proporciona uma série de vantagens, oferecendo uma informação de maneira mais persuasiva ou amistosa, incrementando o interesse do usuário.

Ainda segundo Fernández (1998):

as cores cálidas (vermelho, amarelo e laranja) provocam sensações de ação, intervenção ou precaução. Já as cores frias (verde, azul e violeta), ao contrário, conseguem criar associações com situações mais estáticas de calma, repouso, liberdade, proteção, espiritualidade e melancolia. Outras cores, como branco, negro e cinza, sugerem neutralidade, objetividade, equilíbrio, permitindo matizar as outras cores.

A norma regulamentadora nº 9 (NBR) - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (1995), que trata das condições ambientais em locais de trabalho, instrui a utilização das seguintes cores na confecção de mapas de risco, conforme grupos ocupacionais:

- Verde – Riscos do grupo 1 – Riscos Físicos: ruídos, vibrações. Radiações ionizantes, radiações não ionizantes, frio, calor, pressões anormais e umidade.

- Vermelho – Riscos do grupo 2 – Riscos químicos: poeira, névoas, neblina, gases, vapores, substâncias, compostos ou produtos químicos em geral.

- Marrom – Riscos do grupo 3 – Riscos Biológicos: vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas e bacilos.

- Amarelo – Riscos do Grupo 4 – Riscos Ergonômicos: esforço físico interno, levantamento e transporte manual de peso, exigência de postura inadequada, controle rígido de produtividade, imposição de ritmo excessivo, trabalho em turno e noturno, jornadas de trabalho prolongadas, monotomia e repetitividade, outras situações causadoras de estresse físico e/ou psíquico.

- Azul – Riscos do grupo 5: Riscos de acidentes: arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas, iluminação inadequada, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosão, armazenamento inadequado, animais peçonhentos, outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

Na elaboração de mapas de risco relacionados ao ambiente natural ou antropizado, vários autores têm usado as cores com liberdade. Martos (1999) adaptando o trabalho de Augusto Filho et al. (1990), definida as categorias de risco, a representação temática (cor) sugerida para o mapa de riscos é a seguinte:

Azul – categoria de Risco 1

Verde – Categoria de Risco 2

Laranja – Categoria de Risco 3 (em Cerri e Augusto Filho op. cit, amarela)

Vermelho – Categoria de Risco 4

O estabelecimento de legendas se faz através da codificação de processos e eventos, sendo que os processos devem ser codificados em letras maiúsculas e os eventos em letras minúsculas.

Martos (1999), ainda salienta, que existe a possibilidade de vários processos e eventos ocorrerem numa mesma área, ou ainda um mesmo evento originado por processos distintos. Para

esses casos, o mapa deverá ser elaborado com representação colorida da classe de risco mais perigosa para o local. A definição deverá ser realizada através das legendas, precedidas de números arábicos, que irão determinar a classe de risco do evento. Exemplos de legendas:

2DRcl: 2 – é a classe de risco

DR – é o processo de Disposição de Rejeitos

cl- é o evento de corrida de lama

1CT rd: 1 – é a classe de risco

CT – é o processo de Carregamento e Transporte

rd – é o ruído

Ocorre o fato dos processos e eventos acontecerem em vários locais, sem uma determinação precisa da área de influência de cada situação; sendo assim, as legendas devem ser espalhadas pelas áreas de ocorrência e influência. Como exemplo pode-se citar o evento ruído, que provém de diversas fontes e se difundindo por uma grande área.

Assim a presente pesquisa visa entender a dinâmica do sistema bacia hidrográfica, a partir da compreensão dos processos, sendo estes as diversas formas de organização da sociedade, e possíveis eventos que os mesmos podem gerar, possibilitando a mensuração dos riscos ambientais ocasionando em consequências para o meio ambiente, assim como para a sociedade e o sistema produtivo (**Figura 07**).

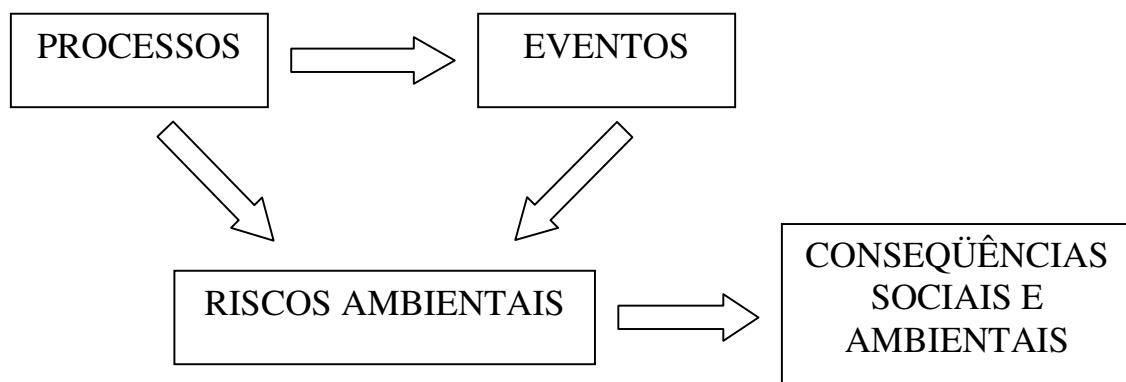


Figura 07 – Relação entre processos, eventos e riscos ambientais.

Para tanto, ocorre à necessidade do entendimento dos riscos existentes em cada subsistema. Sendo estes identificados a partir do levantamento e espacialização de informações, utilizando cartas temáticas. Assim para esta análise será proposto um modelo cartográfico para o

entendimento das inter-relações existentes entre os elementos constituintes de cada subsistema, e do sistema como um todo (**Figura 08**).

O modelo propõe a elaboração de cartas referentes a cada elemento constituinte do subsistema, partindo da unidade para melhor entendimento da dinâmica dos subsistemas e da bacia. A partir da correlação propõe-se a elaboração das cartas de riscos relacionada a cada subsistema e procurando entender à totalidade e complexidade do sistema, torna-se necessário à correlação das cartas para a elaboração da carta de riscos ambientais.

A partir do modelo proposto, o levantamento de informações a respeito do subsistema natural é de grande importância, pois é exatamente sobre essa estrutura que as atividades sócio-produtivas são desenvolvidas. O próprio subsistema apresenta suas fragilidades, aqui denominadas riscos naturais.

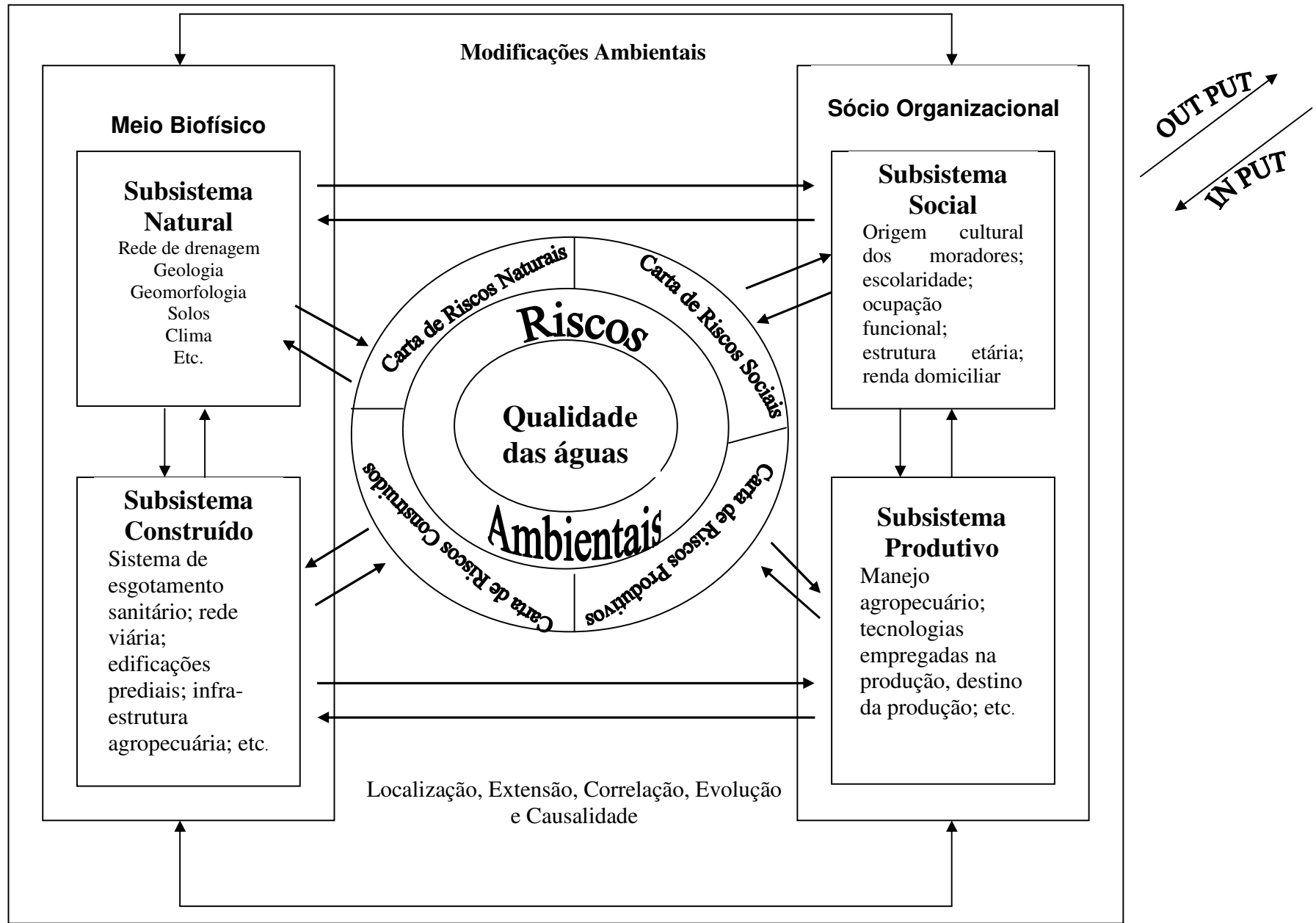
Para Castro et al. (2005)

a categoria de riscos natural está objetivamente relacionada a processos e eventos de origem natural ou induzida por atividades humanas. A natureza destes processos é bastante diversa nas escalas temporal e espacial, por isso o risco natural pode apresentar-se com diferentes graus de perdas, em função da intensidade (magnitude), da abrangência espacial e do tempo de atividade dos processos considerados.

Para a localização e mensuração dos riscos naturais, torna-se necessário um levantamento dos elementos naturais da bacia, tais como: drenagem, geologia, geomorfologia, solos, vegetação primitiva, clima, declividade, entre outros. Para cada levantamento realizado, ocorre a necessidade da espacialização de tais informações, sendo esta realizada a partir da construção de cartas temáticas.

A elaboração da carta da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica permite a identificação de suas nascentes, padrão, densidade, tipos de canais fluviais e seus perfis longitudinais, entre outras informações. Esta carta é de grande relevância, pois além da água ser o elemento de maior peso nesse sistema, as demais informações, tanto do subsistema natural, como do subsistema construído, social e produtivo, serão alimentadas sobre a mesma, auxiliando na identificação dos riscos.

A construção da carta geológica contribuirá com informações sobre as formações geológicas constituintes e suas características, e a partir das mesmas, possibilitará a identificação de áreas que apresentam maior fragilidade.



Fonte: PINTO et al. (2006)
 Adaptação: Kullock (1994)

Figura 08 – Modelo Simplificado Para Elaboração da Carta de Risco Ambiental para Bacias Hidrográficas

Tal informação auxilia, por exemplo, na identificação de áreas de risco a movimentos de massa, que têm como possíveis fatores condicionantes às propriedades mineralógicas e texturais das rochas, existência de fraturas, planos de esfoliação e diáclases, foliação e bandamento composicional e posição estratigráfica (BOTELHO, 2000).

Tais características podem interferir na qualidade das águas de uma bacia, tanto superficiais como subterrâneas, pois regiões onde o material inconsolidado é caracterizado por um alto potencial de infiltração, pode ser um risco natural, pois atividades como deposição de resíduos domiciliar, industrial, agrícola e pecuário (processos), podem acarretar em infiltração de contaminantes para o lençol subterrâneo (evento). Assim como as zonas de falhas, também contribuem para tal evento.

Segundo Christofolletti (1999):

o componente representado pela geodinâmica e estrutura geológica também surge como condicionante na organização do Geossistema, em virtude de potencializador das características topográficas e dos solos. O componente geodinâmico atua pelas forças responsáveis pelo surgimento de aspectos e lineamentos na superfície, desde a grandeza das morfoestruturas continentais até a escala das fraturas e diáclases, assim como pela ocorrência de fenômenos sempre ativos, tais como abalos sísmicos e vulcanismo.

A carta geomorfológica permite a representação da fisionomia da paisagem, tendo em vista a identificação dos elementos ou ambientes de acumulação e transporte, caracterização dos processos morfogenéticos, e as implicações das ações antrópicas.

Um atributo geomorfológico bastante importante é a inclinação dos terrenos, a elaboração de uma carta de declividade, torna-se indispensável, principalmente quando conjugada com outras variáveis como cobertura vegetal, tipo de solo, permitindo uma análise preliminar dos sedimentos carreados, assim como, a probabilidade de contaminantes que também podem ser carreados para os recursos hídricos.

A análise de dados climáticos (principalmente temperatura média anual, total de precipitação anual, periodicidade e distribuição da precipitação) revela informações extremamente importantes, como o período de maior potencialidade erosiva das chuvas, período das cheias, dinâmica essa que pode contribuir para identificação dos riscos naturais.

A precipitação é considerada como um processo natural, que pode gerar um evento, como lixiviação do solo, carreamento de resíduos sólidos, líquidos, ocasionando em risco para a qualidade das águas.

O entendimento da unidade de cada elemento constituinte do subsistema natural, assim como a localização e extensão dos mesmos, permitem o entendimento da totalidade desse subsistema, identificando as relações existentes entre os elementos, assim como qual o nível dessa relação e o peso de cada elemento. Todas essas informações possibilitam o entendimento da complexidade do subsistema natural, identificando as áreas de risco natural.

Os elementos do subsistema natural elencados no modelo são exemplos, sendo que o maior o número de variáveis analisadas, possibilita uma análise mais completa e facilita o entendimento da dinâmica do subsistema natural.

Para o entendimento da complexidade existente no subsistema natural e identificação dos riscos naturais, torna-se necessário à correlação entre as cartas temáticas elaboradas. A partir da carta rede de drenagem, geológica, geomorfológica, solos, entre outras (cartas primárias), pode-se obter cartas secundárias, subsidiando a elaboração da carta de riscos naturais.

Tal carta possibilita, por exemplo, à identificação de áreas mais frágeis, onde a partir da formação geológica e solos, maior quantidade de sedimentos e outros poluentes podem ser carreados, sendo que tal acontecimento pode ser intensificado, com o total de precipitação da região e aliados a fatores como a declividade do terreno e cobertura vegetal.

Para a elaboração da carta de riscos construídos, torna-se necessário o levantamento de informações de toda a infra-estrutura existente na bacia, infra-estrutura essa relacionada com as atividades produtivas e sociais.

A elaboração, por exemplo, de uma carta, localizando os lotes, as edificações, a infra-estrutura viária dentro de uma bacia hidrográfica é fundamental para o entendimento da sua organização sócio espacial.

A infra-estrutura de saneamento básico, se não planejada adequadamente, pode trazer riscos à qualidade das águas, a saúde das pessoas e ao sistema produtivo.

Depósito de lixo a céu aberto, também constitui sério risco as águas da bacia, pois o chorume pode atingir o lençol freático, as águas profundas, os corpos hídricos e contaminá-los.

Em áreas urbanas a impermeabilização do solo, sem sistema de rede pluvial, pode representar risco, principalmente em se tratando de áreas com declividade acentuada, todos os resíduos podem ser carreados para córregos.

Contribuindo assim, com uma série de nutrientes para os ecossistemas aquáticos, que possuem capacidade de autodepuração, no entanto, quando a quantidade de resíduos for superior a capacidade de autodepuração, esses ambientes entram em colapso, afetando a qualidade ambiental da sua biota, assim como, a qualidade de suas águas, ocasionando problemas para quem se utiliza da mesma.

O mapeamento das atividades industriais também é de suma importância, pois estes geralmente geram resíduos, que se não adequadamente manejados, podem afetar a qualidade das águas. Assim a localização da indústria, sua extensão (tamanho), pode contribuir para a identificação das áreas de risco, principalmente na identificação dos locais onde os resíduos são depositados.

A localização de uma indústria próxima a recursos hídricos, pode gerar eventos perigosos como vazamento de produtos químicos sólidos, líquidos e gasosos, entre outros. Sua extensão também é importante, pois quanto maior a indústria, potencialmente maior a produção de resíduos, maior a chance de contaminação e de sua repercussão ao ambiente.

Nos estudos em áreas rurais, torna-se necessário à elaboração de uma carta fundiária, delimitando as propriedades existentes na bacia, assim como, localizando suas sedes. No meio rural por inexistir sistema de tratamento de esgoto, tratamento de água e coleta seletiva de lixo, a identificação da localização de poços, de fossas, de depósitos de resíduos sólidos, torna-se de fundamental importância.

A localização de fossas próxima a poços, pode ocasionar a geração de plumas de contaminação que migrem para o poço, em especial o freático, assim como, os depósitos a céu aberto e seu enterramento também podem constituir risco para as águas subterrâneas, solo e a atmosfera.

Atividades produtivas, como agricultura e pecuária, também podem contribuir para a existência de riscos. Pois as mesmas necessitam de infra-estrutura adequada para sua execução. A construção de currais, de pocilgas e a forma de disposição dos resíduos animais, podem contribuir com carga de poluentes para as águas superficiais e subterrâneas. Destacando-se a criação de suínos, que concentram em suas fezes elevada carga de bactérias patógenas.

A agricultura por sua vez, com a utilização de fertilizantes, de pesticidas, de fungicidas, com aplicação e manejo inadequado, pode ocasionar o carreamento desses elementos químicos para os corpos hídricos, assim como, o depósito final dessas embalagens, em locais inadequados, pode contribuir para tal fim.

A agricultura, como a pecuária, necessita de extensas áreas para sua prática, assim a vegetação nativa é retirada cedendo lugar aos cultivos. Áreas destinadas à agropecuária são consideradas áreas construídas, pois não fazem parte do subsistema natural, possuindo relação mais ativa com o sistema produtivo desenvolvido na bacia.

A construção de estradas em áreas rurais pode ocasionar riscos, pois as mesmas permitirão um fluxo maior de automóveis, o que pode ocasionar vazamento de substâncias como óleos, combustíveis e outros tipos de materiais, potencialmente contaminantes.

As estradas não pavimentadas que não possuem manutenção constante podem acarretar no surgimento de ravinamentos, que contribuirão para o carreamento de sedimentos e outras substâncias, para dentro do canal fluvial, provocando sua contaminação, assoreamento, diminuição da vazão no período da estiagem e enchentes no período chuvoso.

Assim a partir da elaboração de cartas temáticas identificando o subsistema construído de uma bacia hidrográfica, torna-se possível identificar os riscos provenientes do mesmo que podem gerar processos e eventos indesejáveis, afetando a qualidade de vida da população residente na bacia, assim como, ocasionando perda de produtividade do solo e êxodo rural.

Com a complexa e constante interação entre os subsistemas natural e construído, pode-se gerar cartas de risco que retratem as relações existentes dentro desse meio biofísico. Utilizando os 5 princípios de funcionamento e análise: localização, extensão, correlação, causalidade e evolução, torna-se possível o entendimento da unidade, totalidade e complexidade de tal meio.

A localização de um lixão, por si só é um risco construído, no entanto a probabilidade é maior a partir do momento que o lixão localiza-se sobre uma zona de fraqueza (falhas), em terrenos friáveis, em áreas de declividade forte, de elevada precipitação.

A existência e a forma de organização da infra-estrutura domiciliar e produtiva, remetem à idéia de uma sociedade que se organiza a partir de suas atividades produtivas, necessitando assim de tais infra-estruturas. Assim os riscos sociais correspondem ao perfil da população residente na bacia, refletindo nas suas formas de organização, de apropriação do

subsistema natural, de consumo, de geração de resíduos e dos cuidados naturais, em especial da água.

Portanto, a origem, a cultura, a escolaridade, a estrutura etária, a renda domiciliar são fatores que conjuntamente caracterizam as formas de organização de uma sociedade. Muitas vezes atitudes comuns para a população podem estar gerando riscos para a qualidade das águas, que a própria população utiliza. Como por exemplo, o enterramento dos resíduos sólidos domiciliares orgânicos, com a intenção de adubação natural dos solos, acarreta a entrada no sistema de elevadas concentrações de material nitrogenado, que além de repercutir biologicamente, na elevação da carga de bactérias totais pode através do ciclo do nitrogênio se transformar em ambiente hidrogeológico favorável, em elemento cancerígeno, que é o nitrato.

Para Sinelli (1991):

é possível calcular a carga de nitrogênio de origem doméstica urbana, utilizando-se de algumas estimativas: para cidades de pequeno porte supõem-se uma produção de 4,4 gramas de nitrogênio por hab/dia e de 6,0 n/hab/d, para cidades de médio porte do Estado de São Paulo, nas áreas não atendidas por rede de esgoto. Portanto quanto maior o número de habitantes, maior a carga lançada nos sistemas de esgotamento sanitário.

A renda domiciliar pode influenciar na quantidade e disposição dos resíduos produzidos em um determinado domicílio. Assim como em áreas rurais, a renda pode influenciar na tecnologia utilizada para o cultivo, assim como, nos tipos de insumos a serem utilizados.

Desta forma, residências com número maior de moradores podem ser consideradas como de risco social, pois a probabilidade de produção de resíduos é maior (processo), bem como, dependendo do nível de escolaridade, a destinação para tais resíduos podem ser diferenciadas, ocasionando em eventos.

Na zona rural, muitas vezes o proprietário da terra não reside em sua propriedade, necessitando assim, do entendimento de seu perfil e do grau de identidade com o solo, sendo que, o mesmo representa uma energia que age na bacia, no entanto é proveniente de fora.

Assim a carta de riscos sociais é gerada a partir da espacialização e mensuração de informações referentes à população residente em uma bacia, população esta que recebe influências de fora do sistema, reagindo às mesmas. Dessa forma, essa carta vai pontuar as características da população, as relações sociais de produção e os modos de produção, que podem ocasionar riscos à qualidade do sistema, utilizando a água como indicador principal.

Nota-se que todas as características da população residente em uma bacia, refletirá no subsistema construído, pois o mesmo é o reflexo das formas de organização da sociedade, sendo que o levantamento dos riscos sociais, e o entendimento da inter-relação existente com os riscos construídos e naturais, indicam o grau de risco da área, permitindo sua classificação.

Para a elaboração da carta de riscos produtivos, o levantamento de informações sobre quais as atividades desenvolvidas, técnicas de produção e de manejo utilizadas, tecnologias empregadas, destino da produção, são elementos fundamentais.

A carta de uso e ocupação do solo evidencia a espacialização da realidade da bacia, destacando a atividade predominante, sua localização, extensão e sua evolução. A localização e extensão são informações fundamentais, pois, a prática da agricultura sem utilização de técnicas conservacionistas, nas margens dos canais fluviais, sem levar em consideração o receituário de agrotóxico, constitui risco.

A identificação das técnicas e tecnologias de produção e manejo do solo refletem diretamente na geração e na intensidade dos eventos. A utilização maciça de máquinas pesadas para o preparo, plantio e colheita da produção pode gerar a compactação do solo e propiciar o aumento do escoamento superficial e diminuição da infiltração, a lixiviação de nutrientes do solo, a erosão e perda de solo, a contaminação das águas, entre outros.

Assim, a Carta de risco produtivo representa o entendimento da complexidade existente entre os elementos do sistema. Pois o homem para sobreviver, ainda mais no estágio que se encontra a sociedade de “consumo”, se relaciona com todos os subsistemas no ato da produção, refletindo na paisagem essa organização.

A integração dos elementos e dos subsistemas é bastante nítida, porém para a sua totalidade faz-se necessário à análise das particularidades dos elementos, ou seja, de suas “unidades” que são únicas para cada sistema e as individualizam, que se relacionam cada vez mais complexamente, aumentando as formas e interação, que geram transformações no sistema, através de energias endógenas e exógenas, e que se refletem na paisagem e na qualidade de suas águas.

Assim, a proposta do modelo elaborado, é justamente entender as partes componentes de cada subsistema, identificando os riscos inerentes a cada um deles, para que a partir de tais informações, sejam elaboradas cartas de riscos ambientais, classificadas, agrupadas e sobrepostas, possibilitando a análise dos processos geradores, de seus impactos ambientais e

permitindo a elaboração de medidas mitigadoras e de planejamento e gestão ambiental de bacias hidrográficas. Para tanto, propõe-se modelo para elaboração das cartas de risco ambiental em bacias Hidrográficas, utilizando-se a qualidade das águas como centro desse modelo.

IV – RISCOS DO MEIO BIOFÍSICO DA BACIA DO CÓRREGO FUNDO

O meio biofísico corresponde à interação entre o subsistema natural (constituído pelos elementos naturais da bacia) e o subsistema construído (edificações ou obras de arte desenvolvidas pela ação antrópica), visando atender as necessidades da sociedade e do sistema produtivo, que se espacializam sobre o sistema natural, em territórios com diferentes graus de fragilidades e limitações de uso.

Os riscos ambientais do meio biofísico serão originados a partir dessa interação entre os elementos constituintes do subsistema natural e construído. Sendo que, podem ser avaliados a partir dos princípios de localização, extensão, correlação, causalidade e evolução, buscando a identificação e classificação dos riscos, que ocorrem na bacia do Córrego Fundo, que refletem na qualidade de suas águas.

Os riscos do meio biofísico se espacializam na paisagem e influenciam na organização espacial, refletindo no arranjo das forças produtivas e socioeconômicas - culturais, resultando em novas organizações ou arranjos espaciais.

Para a identificação dos riscos do meio biofísico da bacia, foram elaboradas cartas temáticas referentes ao subsistema natural e construído. Posteriormente as cartas temáticas foram correlacionadas, permitindo a identificação e classificação dos riscos (**Figura 09**).

A carta base da bacia foi elaborada a partir da interação da carta rede de drenagem com a de rede viária. Esta que constituirá de base para a construção das demais cartas temáticas, tanto para o subsistema natural, construído, social e produtivo, sempre se enfatizando os riscos à qualidade dos recursos hídricos superficiais.

Para a sua construção, utilizou-se a Carta Topográfica do DSG de 1966, folha SF.21-X-A-III, na escala 1:100.000, de 1972, para a compilação: do divisor da bacia, das coordenadas geográficas, da rede de drenagem e da rede viária. Além da carta topográfica foi utilizado um jogo de fotografias aéreas, na escala de 1: 60.000, para em estereoscopia restituir os canais fluviais perenes, temporários e alguns efêmeros possíveis de análise visual. Essas informações foram digitalizadas e trabalhadas em ambiente AutoCad R 14, obtendo como produto final a carta base da bacia, na escala de 1:100.000 (**Figura 10**) .

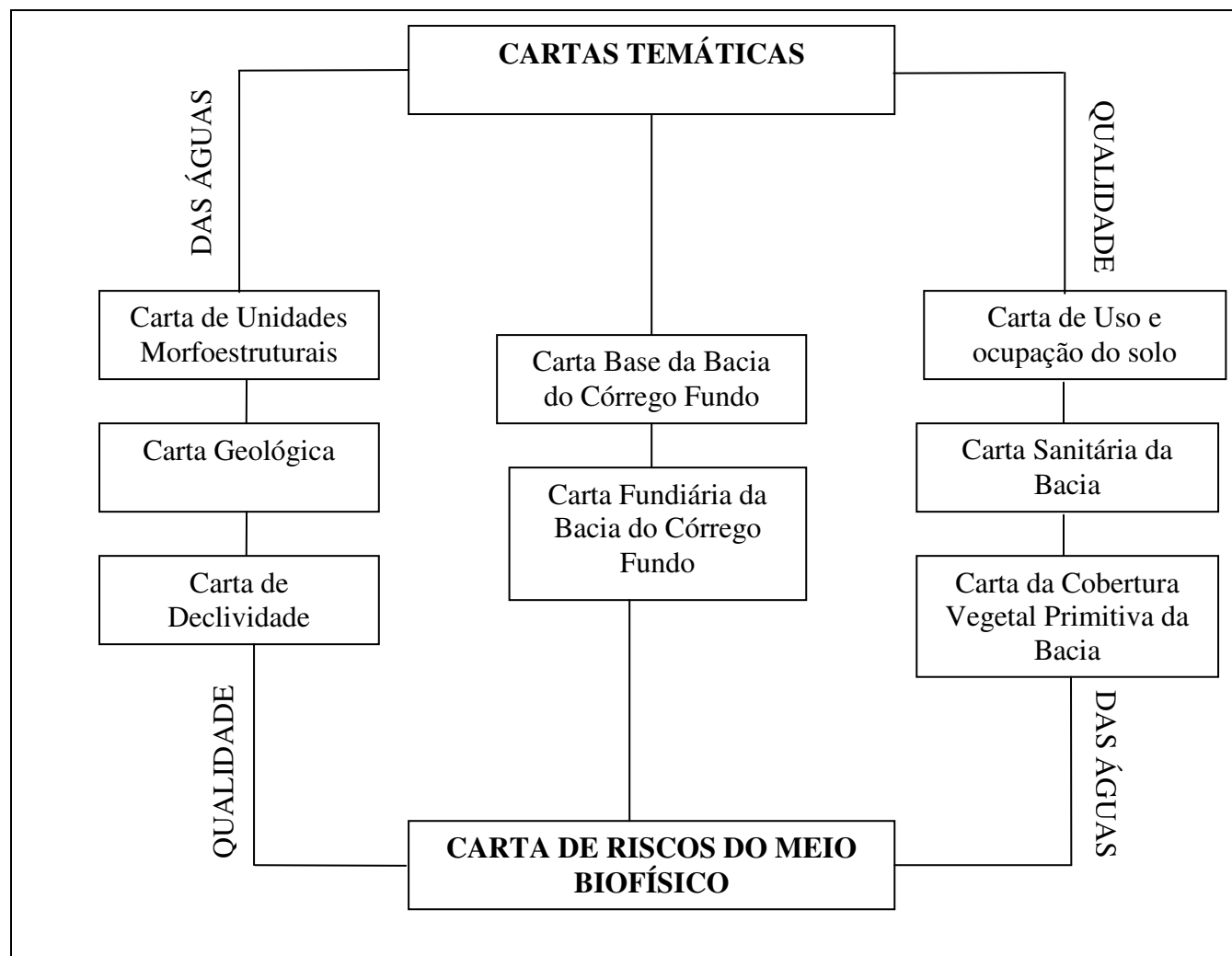
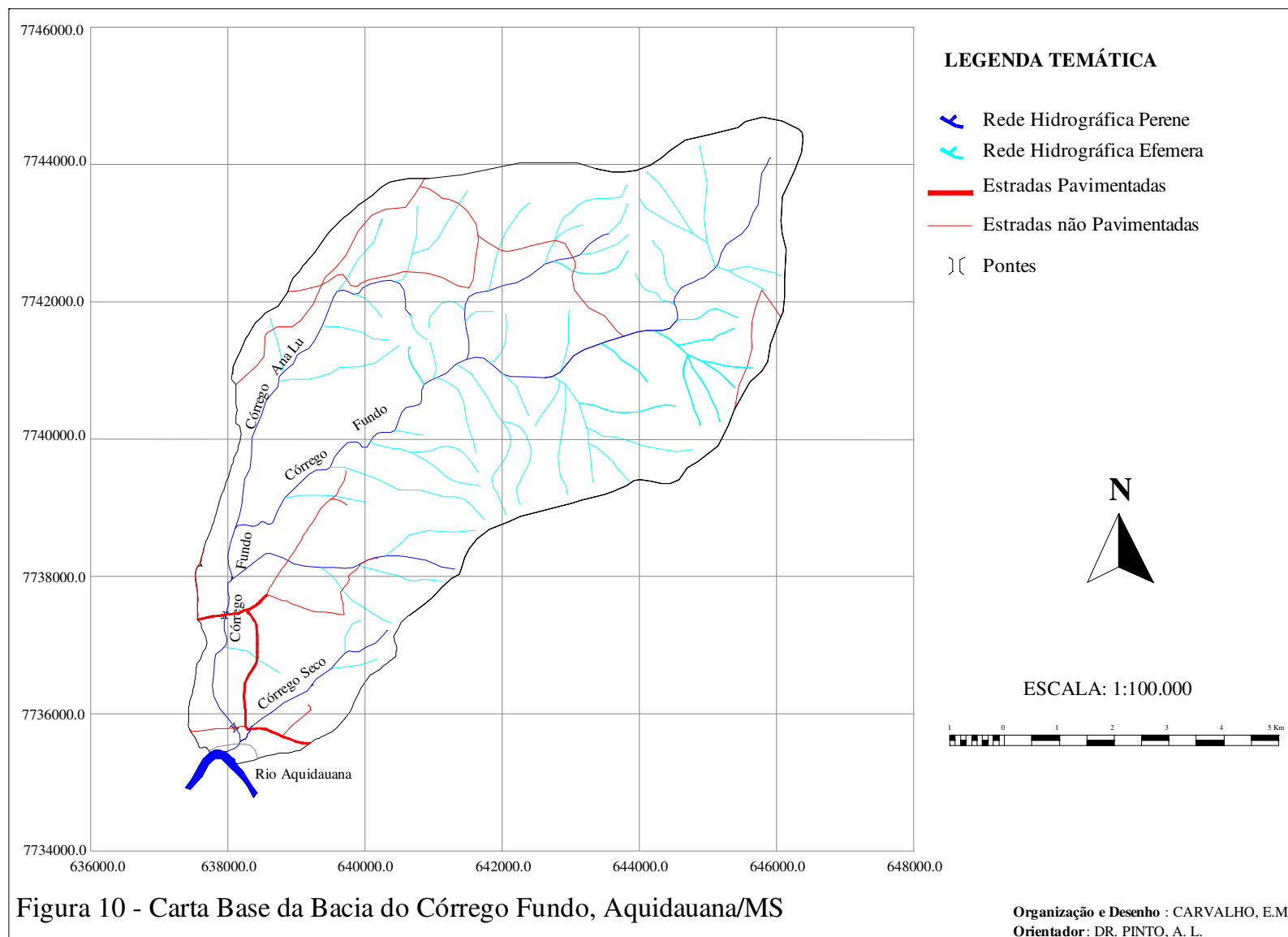


Figura 09- Fluxograma para elaboração da carta de riscos do Meio Biofísico da bacia do Córrego Fundo



O Córrego Fundo é afluente do rio Aquidauana, em sua margem direita, em seu médio curso. Está situado em área do domínio do Aquífero da Bacia Sedimentar do Paraná, também denominado Aquífero Guarani, que compreende o sistema de aquíferos Bauru–Caiuá, Serra Geral, Botucatu–Pirambóia, rio do Rastro e Aquidauana, com um volume estocado de água de 50.400 Km³ (LEAL, 1999).

O Córrego Fundo nasce no front da cuesta Arenítica da Serra de Maracaju e corre em sentido NE/SE, até a confluência com seu principal afluente pela margem esquerda, o Córrego Ana Lu, que tem sentido predominante de NNE/SSE. Após a confluência com Córrego Fundo, passa a verter em direção N/S até a foz com o rio Aquidauana, drenando uma área de 4.609 ha e abastecendo 14 propriedades rurais que utilizam de suas águas para atividades domésticas e agropecuárias.

O arranjo da rede drenagem, que é do padrão paralelo - dentrítico é reflexo de elementos físicos, como clima, geologia, relevo, solos e vegetação, do subsistema natural e das atividades antrópica nelas desenvolvidas, subsistema construído. Desse modo para o entendimento da complexa dinâmica da estrutura e dos fluxos de energia e matéria, que se interagem constantemente, em frágil equilíbrio dinâmico, os agentes internos e externos do subsistema natural, agem com intensidade e frequência, em escala geológica de tempo. Gerando processos e riscos de ordem naturais (tectônicos) ou gerados pela ação humana (desmatamentos, queimadas, etc.) e que não só influencia na dinâmica hídrica, como também no sistema bacia hidrográfica como um todo.

Após a elaboração da carta base, foi elaborada a carta fundiária da bacia, pois necessitavam-se de informações referentes ao total de propriedades na bacia, assim como a área de cada uma delas, informações de suma importância para aplicação dos questionários.

A partir da carta base, foram coletadas em campo as coordenadas das sedes das propriedades, assim como de seus limites. A carta base foi georreferenciada no programa Auto Cad R14 e as coordenadas foram inseridas permitindo a localização das sedes, assim como do limite das propriedades (**Figura 11**). Dessa forma, tornou-se possível a identificação da área total das propriedades, assim como da área das propriedades pertencentes à bacia (**Tabelas 03 e 04**).

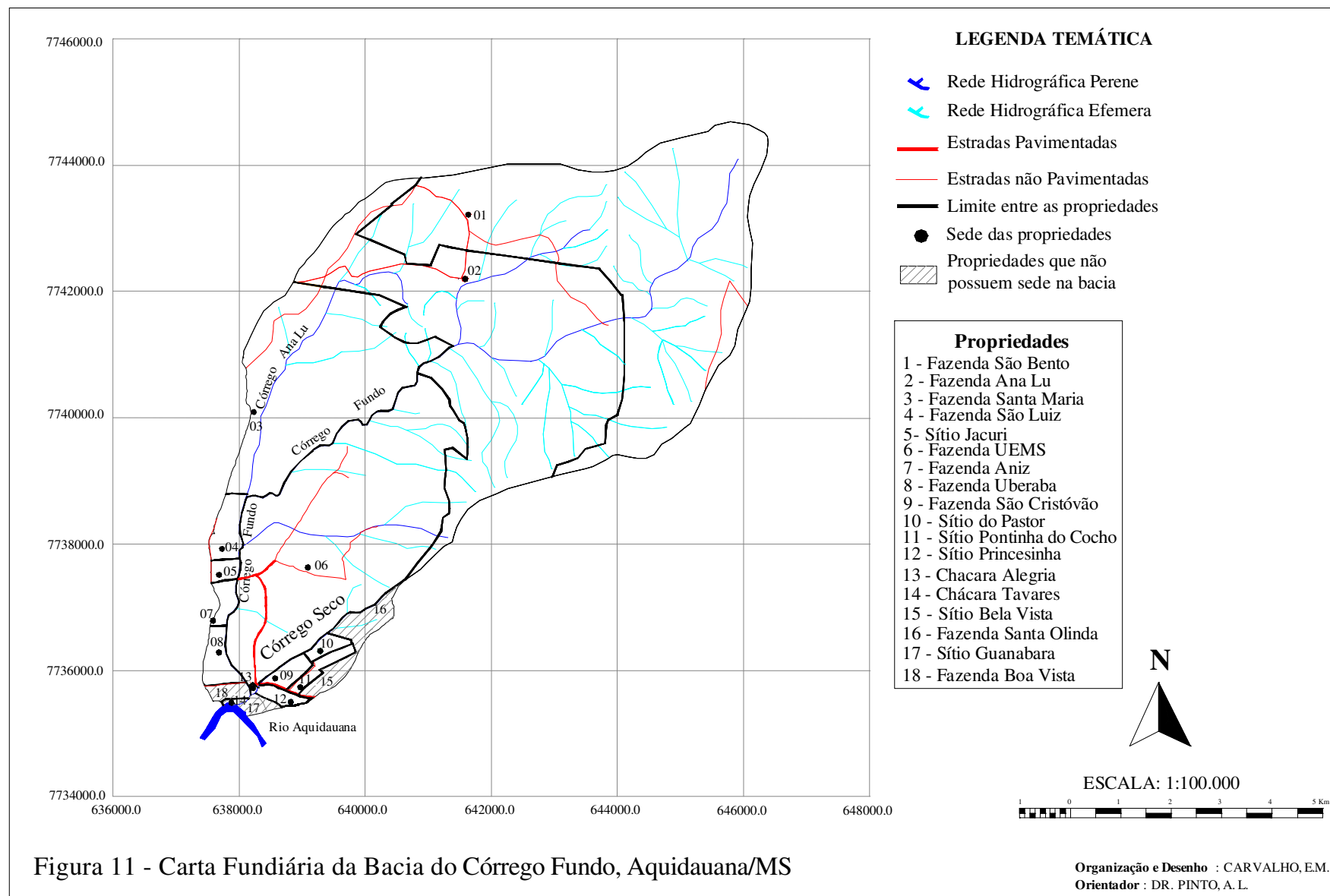


Tabela 03 – Área total das propriedades

Propriedades	Área Total/ ha
São Bento	1200
Fazenda Ana Lu	1060
Fazenda Santa Maria	1300
Fazenda São Luis	100
Sítio Jacurí	40
Fazenda UEMS	806
Fazenda Aniz	60
Fazenda Uberaba	122
Sítio São Cristóvão	22
Sítio do Pastor	15
Sítio Pontinha do Cocho	22
Sítio Princesinha	14
Chácara Alegria	1,5
Chácara Tavares	2,5
Sítio Bela Vista*	25
Fazenda Santa Olinda*	60
Sítio Guanabara*	15
Fazenda Boa Vista*	45

* Propriedades que não possuem sede na bacia

Tabela 04 – Área das propriedades na bacia

Propriedades	Área Total/ ha
São Bento	1200
Fazenda Ana Lu	1060
Fazenda Santa Maria	637
Fazenda São Luis	43
Sítio Jacurí	13
Fazenda UEMS	806
Fazenda Aniz	20
Fazenda Uberaba	36
Sítio São Cristóvão	22
Sítio do Pastor	15
Sítio Pontinha do Cocho	22
Sítio Princesinha	14
Chácara Alegria	1,5
Chácara Tavares	2,5
Sítio Bela Vista*	20
Fazenda Santa Olinda*	40
Sítio Guanabara*	12
Fazenda Boa Vista*	15

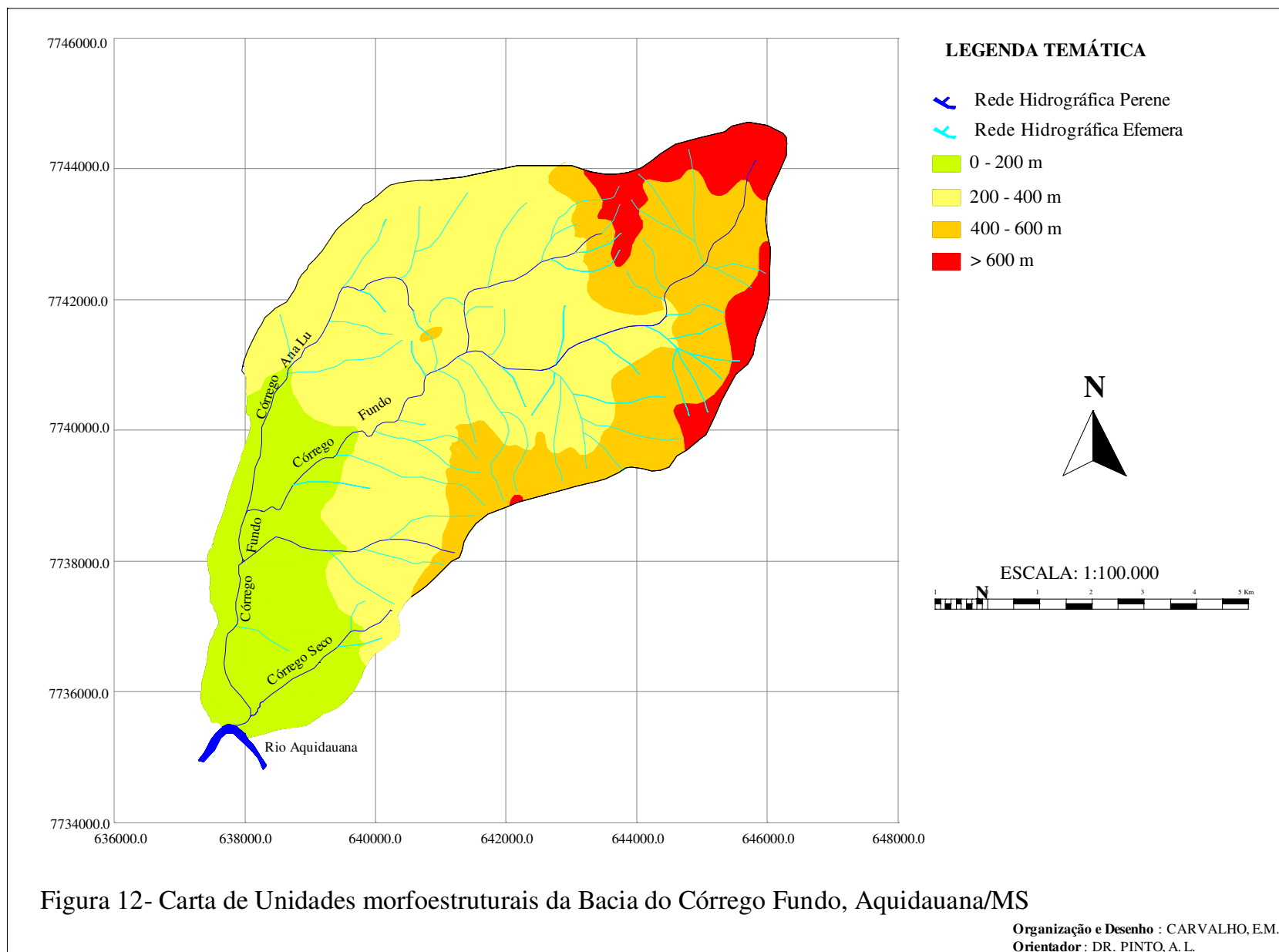
* Propriedades que não possuem sede na bacia

A partir da elaboração da carta base e fundiária, as cartas do subsistema natural e construído foram inseridas sobre esta base para a identificação e classificação dos riscos. Assim foram elaboradas as seguintes cartas do subsistema natural: A carta de Unidades Morfoestruturais, Geológica e Declividade.

Para a elaboração da carta de unidades morfoestruturais, foram digitalizadas as curvas de nível e posteriormente feita a compartimentação da área, conforme **Figura 12**.

A bacia é composta por 4 unidades morfoestruturais, sendo que o baixo curso possui altitude entre 0 e 200 m, sendo caracterizada por uma baixa densidade de drenagem e dissecação. Possui baixo poder de transporte, tornando-se áreas de depósitos aluviais. O médio curso caracteriza-se por altitudes entre 200 e 400 m, com alta densidade de drenagem, com poder de dissecação médio. Já o alto curso possui altitudes que variam entre 400 a > 600 m, caracteriza-se por forte escarpamento e dissecação com grande potencial energético erosivo.

O alto curso com alto poder de dissecação, conjugada com algumas formas de uso e ocupação do solo podem trazer conseqüências para o meio natural e para a qualidade das águas. Para melhor entendimento dessa dinâmica as cartas geológicas e de declividade tornam-se primordiais.



A carta geológica da bacia foi elaborada através da compilação do trabalho desenvolvido por Cruz (2003). O referido autor elaborou a carta geológica da Folha Aquidauana (SF21-X-A-III). Esse material foi inserido em ambiente AutoCad R14 e área da bacia foi recortada, permitindo assim, a identificação e cálculo da área das formações que compreendem a bacia, assim como o entendimento de suas características e influências exercidas no sistema como um todo (**Figura 13**).

A partir da carta Geológica, observa-se que a Formação Aquidauana recobre 74,48% dos terrenos da bacia, principalmente em seu médio e baixo curso, ocupando uma área de 3.433 ha, composta por arenito vermelho-arroxeados e avermelhados, com intercalação de clásticos finos (siltitos e folhelhos) e grossos (conglomerados lateríticos).

Cappi e Pinto (2003) salientam que:

a bacia do córrego Fundo assenta-se sobre arenitos tenros e friáveis da Formação Aquidauana de idade Carbonífera, composto por sedimentos detríticos, essencialmente arenosos e de natureza feldspáticas, de coloração variada, predominando o Vermelho Arroxeadado e Vermelho – Carne, que atuam como grandes esponjas coletoras de água. Esta Formação se assenta sobre a Formação Furnas, de idade Devoniana inferior e está sobre a do Grupo Cuiabá do Pré-Cambriano Superior.

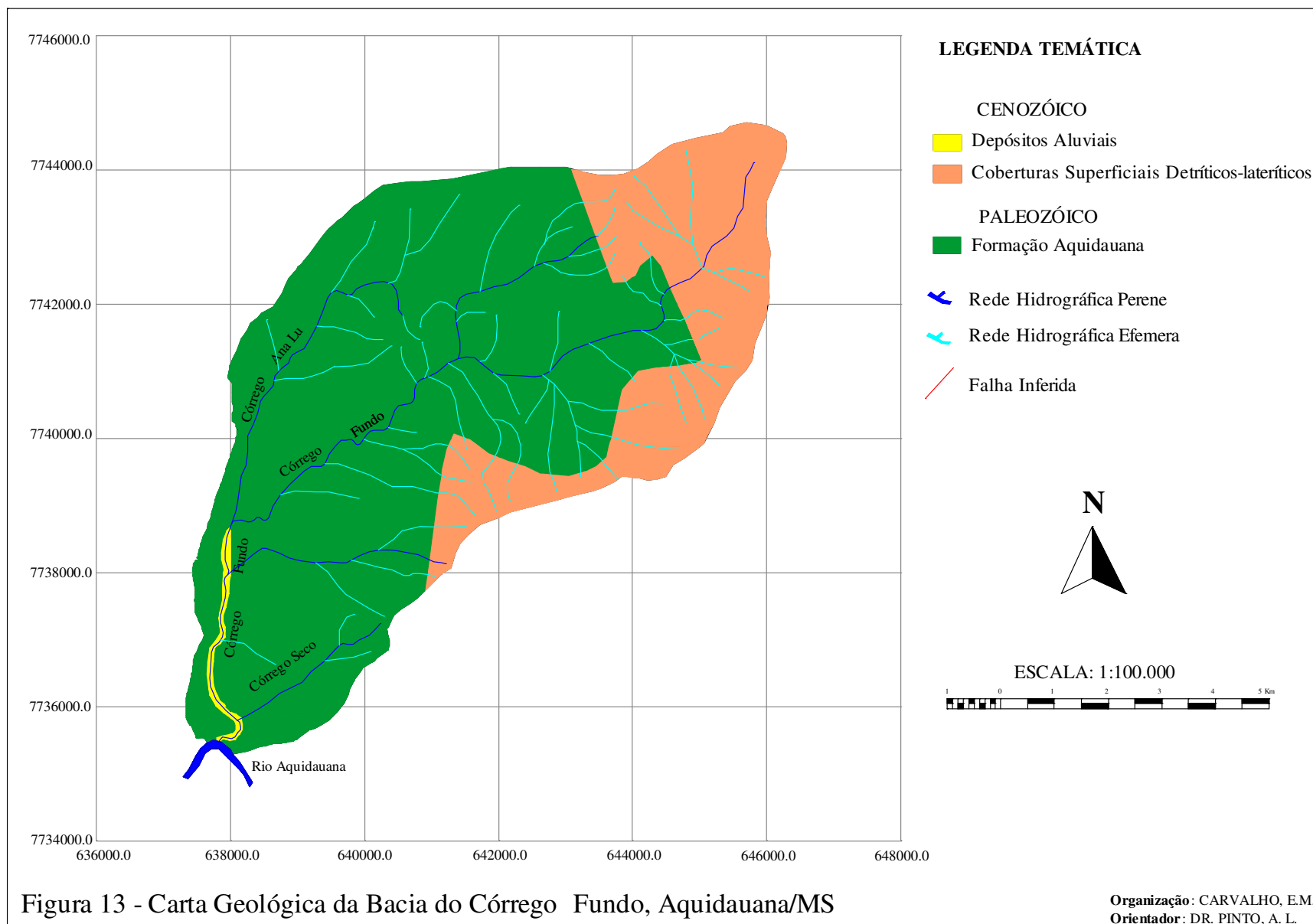
Para Goulart (2005) “a Formação apresenta padrão de fraturamento acentuado, com várias famílias de juntas. Suas fraturas causam a desagregação de fragmentos, originando blocos e material com características de areia média a grossa”.

Esse padrão de fraturamento acentuado, se espacializa na bacia em inúmeras falhas, que influenciam no padrão de escoamento superficial e na percolação de contaminantes para o aquífero subterrâneo, constituindo áreas de fragilidade natural.

De acordo com Goulart (2005):

várias feições podem atuar como fatores condicionantes geológicos e geomorfológicos, dentre elas as fraturas e falhas representam importantes descontinuidades, tanto em termos mecânicos quanto hidráulicos. Algumas têm sua origem relacionada à atuação de processos geológicos internos (fraturas tectônicas), podendo ter sido originadas durante fases de deformação de caráter rúptil.

De forma geral, a geologia propicia a existência de uma rede de drenagem bastante encaixada, principalmente devido à gênese tectônica da Formação Aquidauana, constituída por inúmeras linhas de falhas paralelas a seu plano de sedimentação e de mergulho.



O alto curso da bacia é constituído pelas coberturas superficiais Detríticos-Lateríticos, correspondente a coberturas de depósitos superficiais, associados à ação intempérica e tectônica, que resultam no desmantelamento de rochas matrizes, proporcionando a atuação de forças hidráulicas e gravitacionais, transportando e alojando esses em terraços e sopés de escarpas.

Constituem-se depósitos caracterizados pela presença de duas fácies sedimentares distintas: fácies conglomerática e argilosa, parcial e totalmente laterizados, vinculados a processos de fluxo de detritos e aquoso livre, ocupando interflúvios e vertentes, afetados por tectonismo (falhamentos e basculamento de blocos, possivelmente associados aos movimentos verticais da Serra de Maracaju e a evolução da Depressão Miranda-Aquidauana), (FACINCANI, 2000).

Assine (2003) engloba, sob esta denominação, sedimentos colúvio-aluviais, eluviões e as lateritas ferruginosas, situados nas encostas das zonas topograficamente mais elevadas. Para este autor, estas acumulações constituem depósitos quaternários antigos, formados sob condições climáticas distintas das atuais, estando sua origem ligada, provavelmente, à abertura da Depressão do rio Paraguai e à elaboração do Pediplano pleistocênico, ocasião em que imperava na região um clima semi-árido sujeito a chuvas torrenciais.

No baixo curso nas margens do Córrego Fundo, encontram-se os depósitos aluviais. Estão incluídos nesta unidade os depósitos aluvionares que atualmente estão sendo depositados nas margens e leitos dos rios e córregos que drenam a área.

São geralmente transportados e depositados por forças gravitacionais, fatores climáticos (chuvas, canais efêmeros etc.) e forças hidráulicas das drenagens. Tendo como característica a ação da morfotectônica e fatores intempéricos na gênese e distribuição de seus materiais (GOULART, 2005).

Tais características geológicas permitem maior carreamento de sedimentos do alto e médio curso, devido à energia das precipitações que conjuntamente com a energia do gradiente e rede de drenagem permitem maior movimentação de sedimentos e resíduos para os cursos de água.

Informações como a declividade do terreno também contribui para o entendimento da dinâmica do transporte de sedimentos. Assim a elaboração da carta clinográfica ou de declividade, deu-se a partir da carta topográfica do DSG (Diretoria do Serviço Geográfico), Folha Aquidauana (SF 21-X-A-III), na escala de 1:100. 000. Primeiramente a carta topográfica foi escaneada e inserida em ambiente AutoCad R14, onde foram digitalizadas as

drenagens juntamente com as curvas de nível, sendo estas, essenciais para a elaboração da carta. Após a digitalização a escala foi ampliada para 1:25.000, facilitando assim o trabalho, principalmente nas áreas onde as curvas de nível são mais próximas.

As classes de declividades foram obtidas por meio da fórmula proposta por De Biasi (1992):

$$D = \frac{n \times 100\%}{E} = \%$$

E

D = declividade

E = espaçamento ou distância horizontal entre duas curvas consecutivas ou de pontos cotados de uma carta.

n = diferença de nível entre dois pontos cotados ou a equidistância da carta.

Após os cálculos, o problema encontrado na construção da carta foi a determinação das classes de declividades. Como a classificação proposta por De Biasi (1992), restringia-se à área urbana, optou-se pela utilização da classificação de Lepsch (1991), com algumas adaptações, sendo estas:

Quadro 07 – Classificação da Declividade

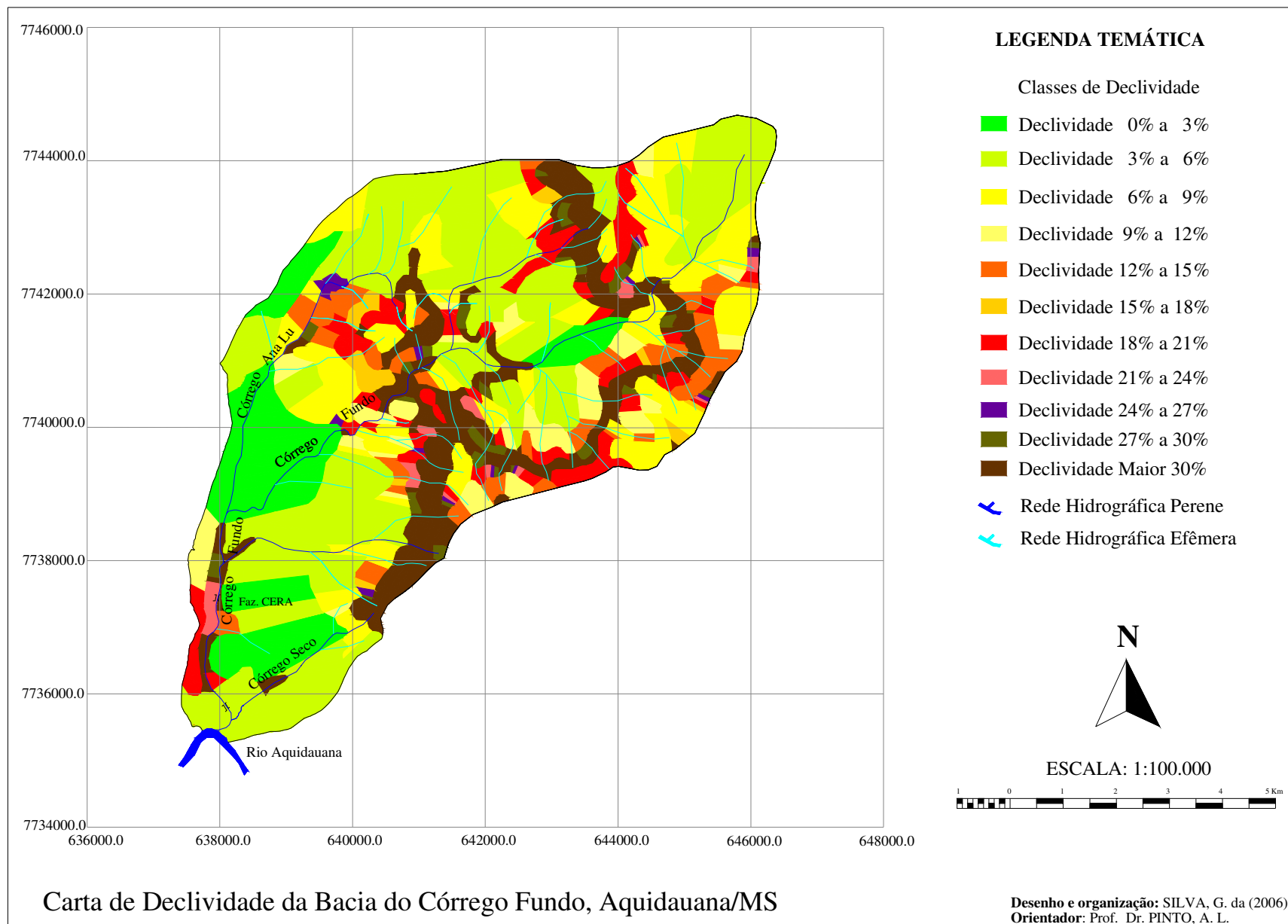
Classes	Declividade	Classificação	Facilidades na Ocupação Rural
A	0 a 3%	Muito Suave	Muito Boa
B	3 a 6%	Suave	Muito Boa
C	6 a 12%	Suave Ondulada	Favorável
D	12 a 18%	Ondulada	Com Restrições
E	18 a 30%	Muito Ondulada	Com Restrições
F	Superior 30%	Forte Ondulada	Desfavorável

Organizado: CARVALHO (2003), segundo adaptações da classificação de LEPSCH (1991).

Após a estipulação das classes, optou-se pela utilização do escalímetro, ao invés do ábaco, devido a maior facilidade de manuseio. Sendo este movimentado entre duas curvas de nível sucessivas, delimitando-se assim, as classes de declividades da bacia.

“A escolha das cores foi realizada a partir da rosa cromática, seguindo suas cores vizinhas, deixando as cores mais claras para áreas menos problemáticas e as mais escuras para as mais problemáticas” (LIBAULT, 1975).

Com a delimitação e a coloração das classes de declividade, a carta foi escaneada e digitalizada novamente, obtendo como produto final, a carta clinográfica da área de estudo na escala de 1:100. 000 (**Figura 14**). A partir da mesma tornou-se possível, além da localização das classes de declividade, o calculo da área que cada classe ocupa na bacia (**Quadro 08**).



Quadro 08 – Classificação da Declividade da Bacia do Córrego Fundo

Classes	Declividade	Classificação	Área na bacia	Facilidades na Ocupação Rural	%
A	0 a 3%	Muito Suave	566,84	Muito Boa	12,30
B	3 a 6%	Suave	1596,32	Muito Boa	34,64
C	6 a 12%	Suave Ondulada	1030,83	Favorável	22,36
D	12 a 18%	Ondulada	309,59	Com Restrições	6,71
E	18 a 30%	Muito Ondulada	473,07	Com Restrições	10,31
F	Superior 30%	Forte Ondulada	632,35	Desfavorável	13,68

Organizado: CARVALHO (2003), segundo adaptações da classificação de LEPSCH (1991).

A partir da **Figura 14** e **Quadro 08** observa-se que os terrenos considerados como muito suave encontram-se no baixo e médio curso da bacia, ocupando uma área de 566,84 ha, o que representa 12,30% da área total da bacia. Estas classes compreendem áreas com declives muito suaves, não exigindo práticas conservacionistas complexas, sendo estas, propícias para a exploração agropecuária, não oferecendo nenhuma dificuldade ao uso de máquinas agrícolas, não possuindo, portanto, nenhuma limitação de uso desse solo.

A classe de declividade predominante na bacia é de 3 a 6%, correspondendo a terrenos suaves, ocupando área de 1596,32 ha, que equivale a 34,64% da área total da bacia, localizada em toda a extensão da bacia desde o alto até o baixo curso. O escoamento superficial desses terrenos é suave, não ocorrendo impedimento ou dificuldade de trabalho de máquinas agrícolas. Necessitando apenas para seu uso, o emprego de práticas simples de conservação, como o plantio em curva de nível e a aragem perpendicular à declividade. Não apresentando limitação para o uso solo.

Os terrenos classificados como favoráveis, correspondem às classes de declividade entre 6 e 12% e ocupam uma área de 1030,83 ha, o equivalente a 22,36% da área da bacia, também dispersos por toda a bacia. Representa terrenos com ondulações suaves, favoráveis a ocupação e ao cultivo, com utilização de técnicas mais complexas de conservação.

O relevo ondulado, representado pelas classes entre 12 e 18%, situa-se no médio e alto curso (**Figura 14**), ocupando área de 309,59 ha (**Quadro 08**). As ocupações desses terrenos devem ser feitas com restrições, evitando-se os cultivos de ciclo rápido e o cultivo sem curvas de nível.

No médio e alto curso da bacia, têm-se as áreas mais inclinadas, com declives entre 18 a 30%, fortemente onduladas, cujo escoamento superficial é muito rápido, propicia forte dissecação do relevo. Somente as máquinas agrícolas especiais ou mais leves podem ser

usadas e, assim mesmo, com dificuldades. Ocupam uma área de 473,07 ha, representando 10,31% da área total da bacia (**Quadro 08**).

As áreas da bacia desfavoráveis à ocupação são aquelas com declives superiores a 30%, constituída por áreas íngremes, de regiões montanhosas ou escarpadas, onde o escoamento superficial é muito forte e, os solos são extremamente susceptíveis à erosão. Constituem-se em terras impróprias para qualquer tipo de cultivo, inclusive o de florestas comerciais ou para produção de qualquer outra forma de vegetação permanente de valor econômico. Os escoamentos superficiais nessas áreas são rápidos, determinando um grande poder de transporte de materiais soltos e não consolidados, necessitando cuidados especiais ao controle de erosões hídricas. Prestam-se apenas para preservação, proteção e abrigo de fauna e flora silvestre, amparadas pelo Código Florestal Brasileiro. Esta classe ocupa na bacia área de 632,35 ha (**Quadro 08**).

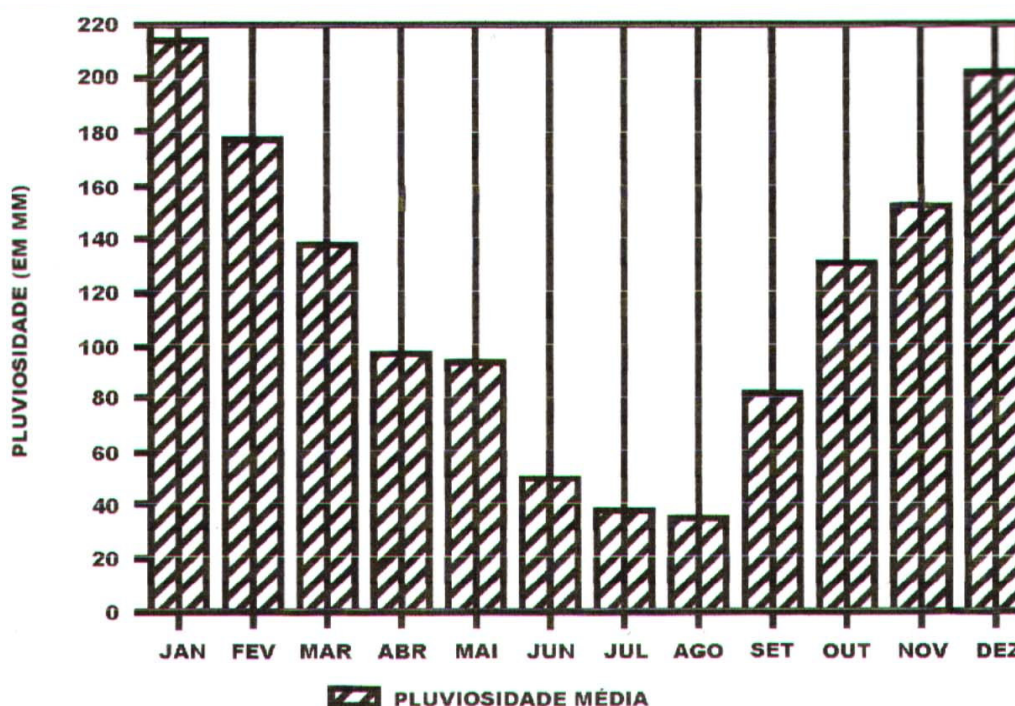
Assim a maior parte da bacia é caracterizada por terrenos classificados entre muito suave e favorável, facilitando a ocupação, com a pecuária extensiva de corte (cria e engorda), contudo as condições litopedogeomorfológicas forçam o emprego de técnicas conservacionistas de uso do solo.

Os processos que esculpe o relevo e transportam os solos e seus nutrientes, de pendem entre outros fatores da energia das precipitações reinantes na área.

O município de Aquidauana possui duas estações climáticas bem definidas, a chuvosa (outubro a março) e a seca (abril a setembro), que segundo a classificação de Koppen enquadra-se no tipo AW, definido como clima tropical úmido (**Figura 15**). Possui precipitação média anual em torno de 1350 mm (SANT'ANNA NETO, 1993).

Sant'anna Neto (1993) salienta que mesmo os períodos mais secos não chegam a provocar grandes estiagens e a carência hídrica é menor que em outras regiões de características pluviométricas semelhantes, pois os rios que drenam a área nascem no Planalto de Maracaju, demoram cerca de um a dois meses para provocarem cheias no Pantanal de Aquidauana/ Miranda, contribuindo assim com expressiva umidade da área, mesmo na estação seca.

Sendo as chuvas e a rede de drenagem os fatores mais atuantes. Os canais de drenagem quando aumentam seu volume hídrico devido às precipitações, tem maior capacidade de dissecação e transporte. As chuvas por si só, causam a saturação da camada superior do solo, gerando o escoamento superficial, a dissecação das vertentes, gerando elevadas cargas de sedimentos transportados até a sua foz no rio Aquidauana, formando um



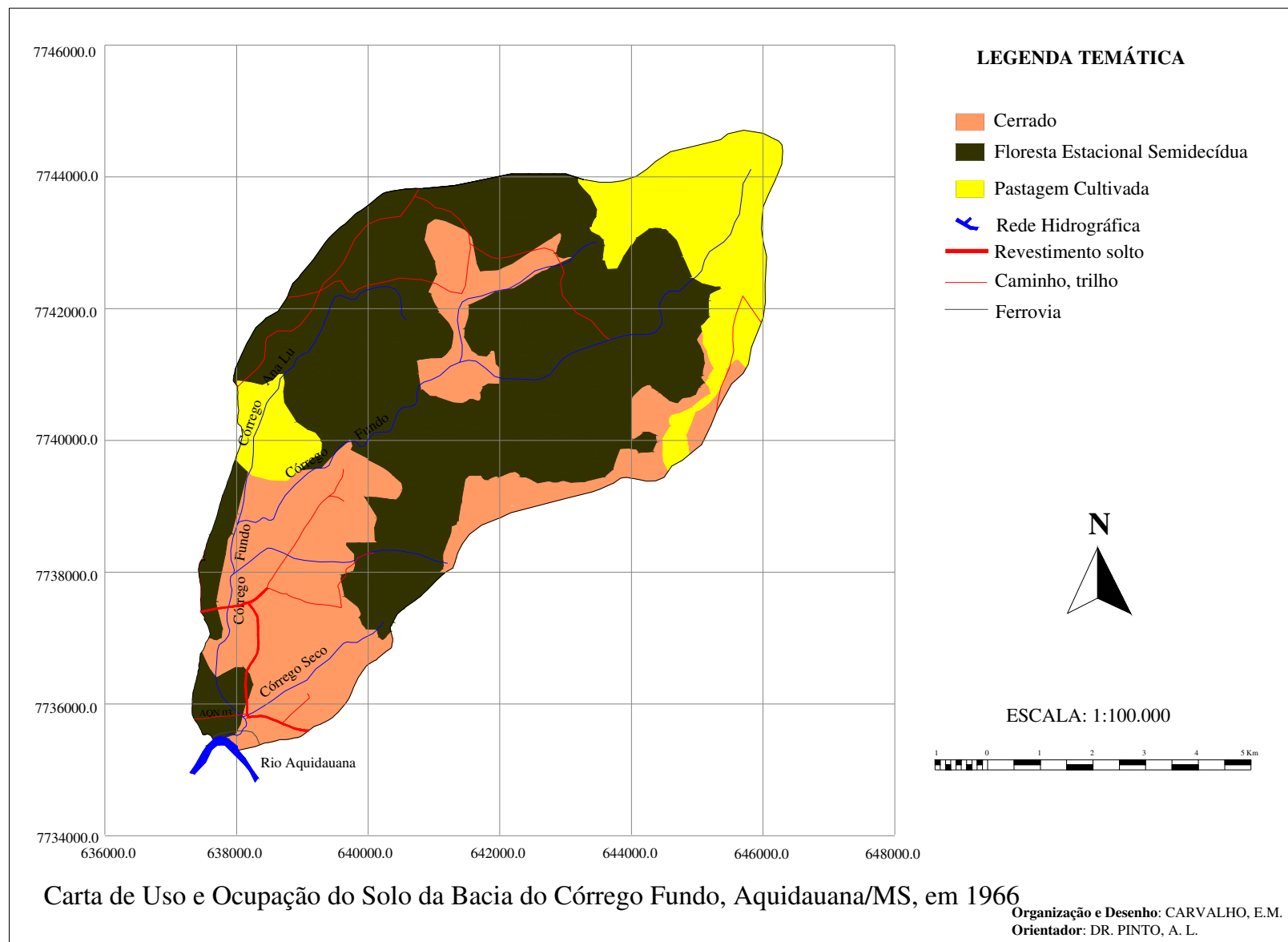
Fonte: PINTO (1998)

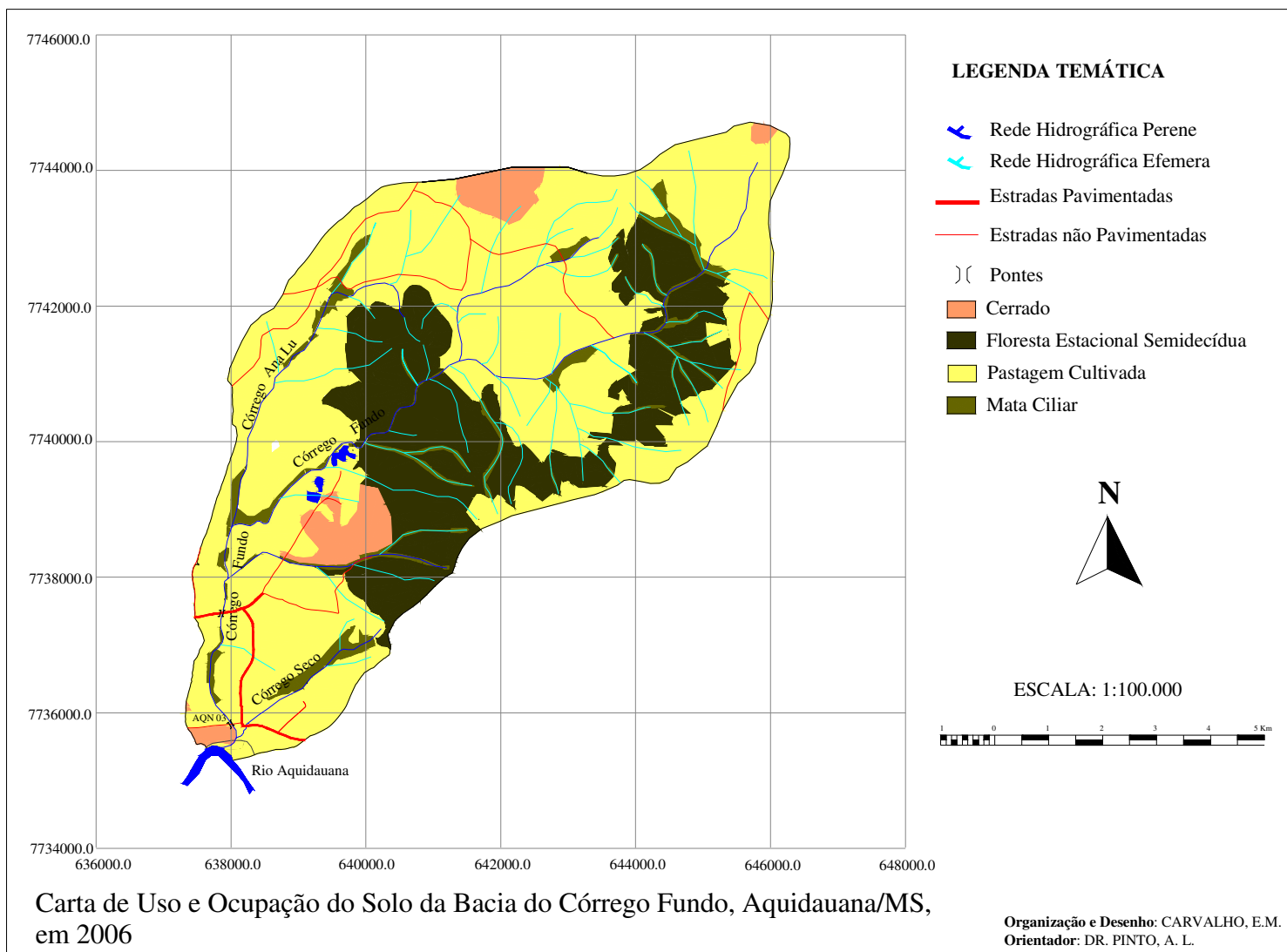
Figura 15- Pluviosidade Média do Município de Aquidauana/MS, período de 1931 a 1990

grande leque de dejeção. Que além de perda de solo e de assoreamento do canal, contribuem para a queda da qualidade química, biológica e física das águas da bacia.

Além das cartas referentes ao subsistema natural também foram mapeadas informações do subsistema construído. Informações estas relacionadas às diversas construções existentes na bacia, desde as edificações domiciliares, agrícolas e pecuárias, assim como as vias de acesso.

Para o entendimento da dinâmica da bacia foram elaboradas as cartas de uso e ocupação do solo de 1966 e 2006. Para a elaboração da carta de 1966 (**Figura 16**) foi utilizada a carta topográfica, sendo as informações compiladas da carta digitalizadas em ambiente Auto Cad R14. A carta de 2006 foi elaborada através da interpretação da imagem CBERS de 2006. Em um primeiro momento a imagem foi recortada, impressa no programa AutoCad R14, na escala de 1:100.000, logo após foi feita sua interpretação visual, através dos meios descritos por GARCIA (1982), e NOVO (1992). As informações foram retiradas a partir de uma máscara plástica e digitalizadas em ambiente AutoCad R14 obtendo uma carta na escala de 1:100.000 (**Figura 17**).





De acordo com a **Tabela 05**, em 1966, observa-se uma predominância da Floresta Estacional, recobrando 2569 ha, o equivalente a 55,74% da área total da bacia, ocupando principalmente o alto e o médio curso. O cerrado também ocupava área significativa, correspondendo a 1310 ha ocupando principalmente o baixo curso da bacia. Nesse período observa-se que a Pastagem Cultivada situava-se principalmente no alto curso, e com uma área de 730 ha (**Tabela 05**).

Tabela 05 – Evolução do Uso e ocupação do Solo na Bacia do Córrego Fundo, em 1966 e 2006.

Classe de uso	1966		2006	
	ha	%	ha	%
Cerrado	1310	28,42	353	7,65
Floresta Estacional	2569	55,74	1224	26,55
Mata Ciliar	-	-	650	14,10
Pastagem Cultivada	730	15,84	2382	51,70
Total	4609	100	4609	100

Já em 2006, observa-se um avanço da Pastagem Cultivada, que passa a ocupar 2.382 ha, cerca de 51,70% da bacia, localizada praticamente em toda a bacia. O avanço da Pastagem Cultivada se deu sobre as áreas de Floresta Estacional, que em 2006 passou a ocupar apenas 26,55% da área da bacia, e do Cerrado que se restringe a apenas 353 ha.

O avanço da Pastagem Cultivada pode trazer conseqüências para o ambiente, principalmente quando localizadas em áreas com declives acentuados, favorecendo o surgimento de ravinas e conseqüentemente maior carreamento de resíduos para os cursos fluviais. Resíduos estes, que podem comprometer a potabilidade dessas águas e os seus usos.

Após a elaboração da carta de uso e ocupação do solo, elaborou-se a carta Sanitária da Bacia, que espacializa os currais, pocilgas, granjas e depósitos de resíduos sólidos e líquidos, sendo que para a mensuração dos riscos foram utilizadas somente as informações referentes aos currais, por se tratar da principal atividade desenvolvida na bacia. Informações estas de grande relevância, pois a partir da localização de tais construções podem-se mensurar os riscos a qualidade das águas, principalmente ao se entender as formas de manejo aplicadas nas propriedades da bacia.

Para a elaboração da carta de vegetação primitiva, utilizou-se a carta de uso e ocupação de 2006 para mensurar as áreas de vegetação natural e calcular as áreas correspondentes.

A partir da sobreposição das cartas temáticas, foi possível o entendimento da dinâmica da bacia, principalmente em se tratando das condições naturais da mesma, assim como das

formas de uso e ocupação do solo, que refletem suas organizações através de construções, que por sua vez podem ocasionar impactos e possíveis riscos ambientais.

A partir da sobreposição buscou-se identificar os processos, sendo estes situações naturais ou antrópicas que podem deflagrar um evento, sendo que esse processo pode ser de ordem natural, como declividade acentuada, zonas de falhas, bem como procedimentos das atividades humanas, como depósito de resíduos sólidos próximos a córregos ou fossas próxima a poços. Todos esses processos podem gerar eventos como o carreamento de sedimentos e resíduos para os cursos d'água, bem como percolação de materiais para o escoamento subterrâneo.

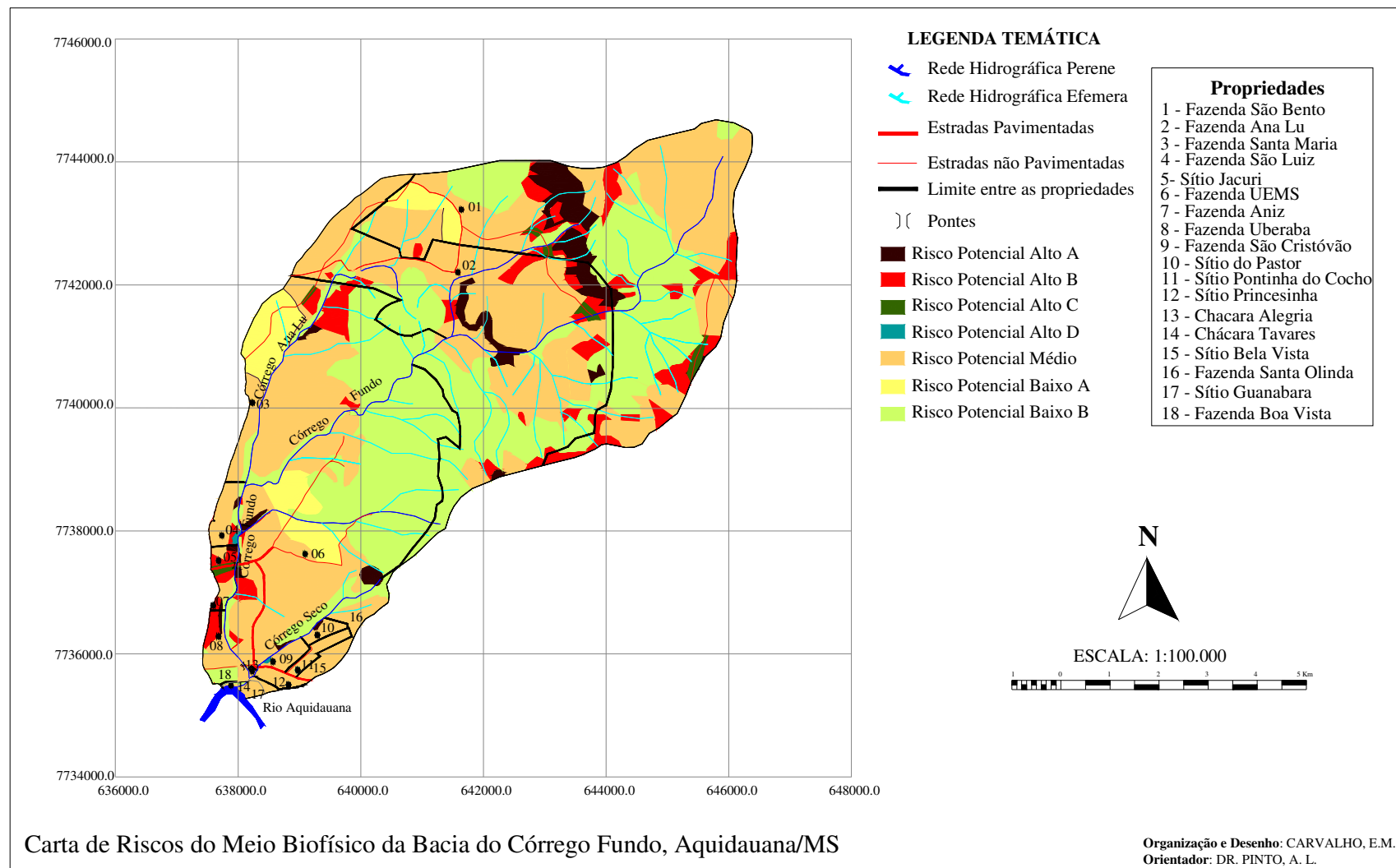
Partindo desse princípio, a partir da sobreposição das cartas foram identificadas áreas onde processos (naturais ou antrópicos) poderiam causar eventos que trariam consequências para a qualidade das águas, gerando assim os riscos do meio biofísico (**Quadro 09**).

A partir das informações do quadro, as áreas com as características descritas foram delimitadas e classificadas. A classificação foi elaborada a partir da utilização de um trabalho desenvolvido por Zuquette (1995), com algumas adaptações, pois o referido trabalho foi desenvolvido levando em consideração apenas os aspectos naturais. Obtendo como produto final uma carta de riscos do meio biofísico à qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Fundo, na escala de 1:100.000 (**Figura 18**).

A partir da **Figura 18**, observa-se que as áreas consideradas como de risco Potencial alto A, localizam-se principalmente no alto curso, com declividade superior a 30% constituída por áreas íngremes, de regiões montanhosas ou escarpadas, onde o escoamento superficial é muito forte e os solos são extremamente susceptíveis à erosão, principalmente em se tratando de Coberturas Superficiais Detríticos Lateríticos. Essas áreas são ocupadas pela Pastagem Cultivada, o que contribui para o carreamento de sedimentos e resíduos para os cursos de água, devido a pouca proteção que a pastagem oferece ao solo.

Quadro 09 - Processos e eventos do Meio Biofísico que podem gerar alterações na qualidade das águas da bacia do Córrego Fundo.

Eventos	Processos	Categoria do risco
Carreamento de sedimentos e resíduos, provenientes da atividade pecuária, para os cursos de água.	- Declividade >30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de Pastagem Cultivada - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência Mata ciliar	Risco Potencial Alto A
	- Declividade entre 12 e 30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de Pastagem Cultivada - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência de mata ciliar	Risco potencial Alto B
	- Declividade entre 12 a >30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de pastagem cultivada - Presença de rede de drenagem perene - Inexistência de mata ciliar - presença de estradas e pontes	Risco potencial Alto C
	- Declividade entre 12 a >30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de pastagem cultivada - Presença de rede de drenagem perene - Inexistência de mata ciliar - Localização de currais e pocilgas com menos de 15 m do córrego	Risco Potencial Alto D
	- Declividade entre 0 a 12% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de Pastagem Cultivada - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência de mata ciliar - Estradas - Localização de currais, pocilgas e depósitos de resíduos sólidos e líquidos com + de 15 m do córrego	Risco Potencial Médio
	- Declividade entre 0 a 12% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de Pastagem Cultivada - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência de mata ciliar - Estradas - Utilização de curvas de nível	Risco Potencial Baixo A
	- Declividade entre 0 a > 30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de cobertura vegetal - Área de moraria	Risco Potencial Baixo B



Para Lepsch, (1991):

constituem-se em terras impróprias para qualquer tipo de cultivo, inclusive o de florestas comerciais ou para produção de qualquer outra forma de vegetação permanente de valor econômico. Os escoamentos superficiais nessas áreas são rápidos, determinando um grande poder de transporte de materiais soltos e não consolidados, necessitando cuidados especiais ao controle de erosões hídricas. Prestam-se apenas para preservação, proteção e abrigo de fauna e flora silvestre.

Na Fazenda São Bento concentra-se a maior área na classe de risco Potencial Alto A, principalmente cortando os córregos que sem a proteção da mata ciliar, altimetria entre 400 e 600 m, declividade superior a 30% e precipitação elevada nos meses de dezembro e janeiro, proporcionam maior dissecação e carreamento de materiais para o córrego.

No baixo e médio curso, áreas com risco Potencial Alto A, também são encontradas, principalmente nas margens do córrego Fundo e Seco, aumentando a probabilidade de contaminação e/ou poluição das águas, principalmente em se tratando da localização e extensão dessas áreas. A partir da análise das formas de manejo e quantidade de animais presentes nestas áreas, o risco pode se tornar real.

O risco Potencial Alto B são áreas caracterizadas por declividades entre 12 e 30% e ocupadas por pastagem cultivada, caracterizada por relevo ondulado a fortemente ondulado, sendo que sua ocupação deve ser feita com restrições.

Estas áreas já possuem problemas de conservação do solo, necessitando assim, de práticas conservacionistas mais intensas. Simielli (1981) salienta ainda que são terras com problemas sérios de conservação do solo, são em geral pouco produtivas, ou com boa produtividade, mas com problemas de forte declividade, ou outros como: erosão acentuada, pequena profundidade dos solos. São terras que não devem ser aradas todos os anos, podendo ser melhor utilizadas com culturas perenes e práticas intensivas de proteção.

Já segundo Lepsch (1991):

são terras impróprias para cultivos anuais, mas, que podem ser usadas para a produção de certos cultivos permanentes úteis como pastagens, florestas artificiais e, em alguns casos, mesmo para algumas culturas permanentes protetoras do solo, como seringueira e cacau, desde que adequadamente manejadas. O uso com pastagens ou culturas permanentes protetoras deve ser feito com restrições moderadas, com práticas especiais de conservações do solo.

A partir da **Figura 18**, observa-se que essas áreas encontram-se principalmente nas nascentes dos afluentes do córrego Fundo, na Fazenda São Bento, sendo que, as mesmas deveriam ser preservadas em se tratando de nascentes, o que pode trazer sérios riscos de perdas de solo e a qualidade das águas.

Nas demais propriedades existem a ocorrência dessa classe de risco principalmente às margens dos córregos Fundo e Ana Lu, ocasionando carreamento de resíduos da atividade pecuária para os córregos, influenciando na qualidade de suas águas.

As áreas de risco Potencial Alto C compreendem áreas com declividades entre 12 e > 30%, são áreas com restrições de uso e necessitam de técnicas aprimoradas de conservação. Possuem Risco Potencial Alto, pois fatores como declividades acentuada, ausência de cobertura vegetal e construção de estradas e pontes, podem acarretar em riscos a qualidade das águas, principalmente quando se trata das formas e materiais usados na manutenção.

A intensa precipitação nos meses de janeiro e dezembro, aumentam o escoamento superficial e a vazão dos córregos, gerando maior carreamento de resíduos para os cursos de água, além da queda de pontes que não resistem e acabam sendo carregadas pela água, colaborando com uma série de materiais que chegam até a foz da bacia.

O risco Potencial Alto D, caracteriza-se por áreas com declives entre 12 e > 30%, ausência de cobertura vegetal, principalmente da mata ciliar e localização de instalações agropecuárias com menos de 15 m do córrego, contribuindo para o total de resíduos carregados para os córregos.

Na Fazenda São Luiz, alguns animais são mantidos presos nas margens do Córrego Fundo, como uma internada. Contribuindo com grande carga de resíduos para o córrego. O mesmo acontecendo com a Chácara São Cristóvão, que possui suas instalações de bovinos e suínos, as margens do Córrego Seco.

As áreas consideradas como Risco Potencial Médio são aquelas que possuem declividade entre 0 e 12% classificadas como muito boa a favorável a ocupação, caracterizados por terrenos muito suave, suave e suave ondulado. Sendo que os terrenos suaves não exigem práticas conservacionistas complexas, sendo estas, propícias para a exploração agropecuária, não oferecendo nenhuma dificuldade ao uso de máquinas agrícolas, não possuindo, portanto, nenhuma limitação de uso desse solo.

Segundo Simielli (1981) constituem-se em “terrenos com problemas simples de conservação do solo, possuem declives suaves, reduzido processo erosivo, facilmente

trabalháveis (práticas simples como plantio em nível, cultura em faixas, adubação de manutenção)”.

Já as áreas classificadas como favoráveis à ocupação representam terrenos com ondulações suaves, favorável à ocupação e ao cultivo, com utilização de técnicas mais complexas de conservação.

Para Lepsch (1991):

são áreas com superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, nas quais o escoamento superficial, para maior parte dos solos, é médio ou rápido. O declive, por si só, normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas ou então pode ser controlada com práticas simples; na maior parte das vezes, no entanto, práticas complexas de conservação do solo são necessárias, para que terras com esses declives possam ser cultivadas intensivamente.

Essa classe de risco ocupa tanto o Baixo, Médio e Alto curso e como não necessitam de técnicas mais complexas de conservação, a pastagem cultivada é utilizada intensamente, mesmo as margens dos córregos. Mesmo sendo classificadas como áreas de risco potencial médio, o uso intensivo com a pecuária, a construção de estradas e pontes e a não utilização de técnicas de conservação podem levar estas áreas a serem classificadas como risco potencial alto e até mesmo risco real.

As áreas consideradas como riscos Potencial Baixo A são caracterizadas por áreas com declives entre 0 e 12%, sendo favoráveis à ocupação, no entanto essas áreas apresentam o cultivo da pastagem cultivada até as margens dos córregos o que favorece o carreamento de sedimentos. A utilização de técnicas conservacionistas nessas áreas, como curva de nível reduz a probabilidade de carreamento para os cursos d água, reduzindo assim, a probabilidade de contaminação/poluição dessas águas.

As áreas de risco Pontencial Baixo B correspondem a áreas com declives entre 0 a 30% e presença de cobertura vegetal o que torna essas áreas mais protegidas em relação à qualidade de suas águas, principalmente porque a interferência antrópica nessas áreas é menor.

A combinação desses processos (naturais ou antrópicos), contribuem de forma significativa para o desencadeamento de eventos que podem ocasionar em riscos para a qualidade das águas da bacia. Processos e eventos que podem ser intensificados de acordo com as

características (idade, escolaridade, renda, cultura, etc.) da população que habita a bacia, assim como dos modos de produção (técnicas de manejo).

Dessa forma, a identificação dos riscos do meio biofísico, contribuem de forma significativa para a geração da carta final de riscos ambientais. Sendo esta a resultante da interação de todos os subsistemas e das relações existentes entre seus elementos, a partir dos fatores de localização, de extensão, de correlação, de evolução e de causalidade.

Para a mensuração dos riscos ambientais da bacia, assim como identificação dos processos e eventos que originam os mesmos, necessário se faz a elaboração de uma carta de riscos sócio-organizacionais, originados a partir da correlação entre os elementos do subsistema social e produtivo. Para que da interação entre as cartas se obtenha a carta de riscos ambientais da bacia.

V – RISCOS DO MEIO SOCIO ORGANIZACIONAL DA BACIA DO CÓRREGO FUNDO

O meio sócio organizacional corresponde à interação entre o subsistema social (relativo às características da sociedade local, dos proprietários e funcionários e das políticas públicas vigentes) e produtivo (relativo às atividades econômicas, compreendendo as formas de uso e ocupação e manejo do solo, utilização de máquinas, insumos, etc.).

A partir do entendimento das características socioeconômicas, culturais e do arranjo das forças produtivas da bacia, (faixas etárias, escolaridade, ocupação funcional, renda, emprego de tecnologias, entre outras informações), torna-se possível realizar diagnóstico dos potenciais riscos que a sociedade pode gerar. Muitas das características identificadas no perfil da população influenciam de forma contundente no setor produtivo, principalmente nas técnicas de manejo e conservação do solo, de aumento da produtividade e da melhoria da qualidade de vida de seus habitantes, através da otimização dos recursos disponíveis e de medidas mitigadoras.

Mendonça (1999) salienta que:

para análise das condições ambientais de uma bacia hidrográfica são importante o entendimento do seu comportamento demográfico, da escolaridade, da saúde, das manifestações culturais, dos empregos, do tipo e rendimento da produção agropecuária, industrial e de serviços, do tipo e do fluxo de transporte e de comunicações, das políticas públicas implementadas, da infra-estrutura de saneamento básico existente, da disposição final e do tratamento de seus resíduos sólidos doméstico, comercial, industrial e hospitalar, etc. Todos esses dados podem ser tratados e representados estatística e graficamente, sendo utilizados para se estabelecer diversas correlações e análises quanto à qualidade socioambiental da bacia hidrográfica, além de se constituírem em parâmetros indispensáveis para a elaboração do planejamento e gestão ambiental da área.

Os riscos sócios-produtivos caracterizarão os riscos potenciais gerados a partir das diversas formas de uso, ocupação e manejo do solo, sendo que tal atividade possui relação direta com o perfil da população. As características da população e o tipo de atividade produtiva desenvolvida influenciarão nas construções existentes, assim como em sua localização e extensão, que por sua vez, podem trazer modificações ao meio natural.

Para a identificação dos riscos do meio sócio organizacional da bacia, foram aplicados questionários em todas as propriedades da bacia (**Apêndice 01**), buscando levantar informações a

respeito das características da população quanto a sua: (idade, sexo, origem, escolaridade, ocupação funcional, renda per capita e domiciliar, relações sociais de produção, etc.) assim como, a área destinada à pastagem e as demais culturas, tamanho das invernadas, formas de plantio e manutenção, tipo e quantidade de animais, forma de manejo dos rebanhos, subsidiando assim a identificação e posterior mapeamento dos riscos a qualidade das águas superficiais inerentes a tais características (**Figura 19**).

Após a aplicação dos questionários, as informações foram tabuladas, possibilitando o entendimento das características da população residente na bacia que por sua vez refletem no setor produtivo.

O córrego Fundo abrange 14 propriedades, compreendendo 27 domicílios, com total de 57 moradores (**Tabela 06**). As maiores propriedades em área encontram-se no alto e médio curso da bacia e no baixo curso encontram-se as pequenas propriedades com áreas não superiores a 20 ha.

Tabela 06 - Número de Domicílios, Habitantes e Estrutura Etária na Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS

Propriedade	Nº de domicílios		População		Sexo				Estrutura Etária					
					Masculino		Feminino		Jovens		Adultos		Idosos	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Fazenda São Bento	1	3,7	2	3,5	2	5,5	0	0	0	0	2	5	0	0
Fazenda Ana Lu	1	3,7	4	7,0	3	7,8	1	5,2	1	6,6	3	7,5	0	0
Fazenda Santa Maria	1	3,7	2	3,5	1	2,6	1	5,2	0	0	2	5	0	0
Fazenda São Luiz	1	3,7	1	1,7	1	2,6	0	0	0	0	1	2,5	0	0
Sítio Jacuri	2	7,4	4	7,0	3	7,8	1	5,2	2	13,3	2	5	0	0
Fazenda UEMS	11	40,7	16	28	10	26,3	6	31,5	4	26,6	12	30	0	0
Fazenda Aniz	2	7,4	6	10,5	3	7,8	3	15,7	2	13,3	4	10	2	100
Fazenda Uberaba	1	3,7	5	8,7	3	7,8	2	10,5	1	6,6	2	5	0	0
Sítio São Cristóvão	2	7,4	6	10,5	4	10,5	2	10,5	3	20	3	7,5	0	0
Sítio do Pastor	1	3,7	3	5,2	2	5,2	1	5,2	1	6,6	2	5	0	0
Sítio Pontinha do Cocho	1	3,7	3	5,2	2	5,2	1	5,2	1	6,6	2	5	0	0
Sítio Princesinha	1	3,7	1	1,7	1	2,6	0	0	0	0	1	2,5	0	0
Chácara Alegria	1	3,7	2	3,5	2	5,2	0	0	0	0	2	5	0	0
Chácara Tavares	1	3,7	2	3,5	1	2,6	1	5,2	0	0	2	5	0	0
Total	27	100	57	100	38	100	19	100	15	100	40	100	2	100

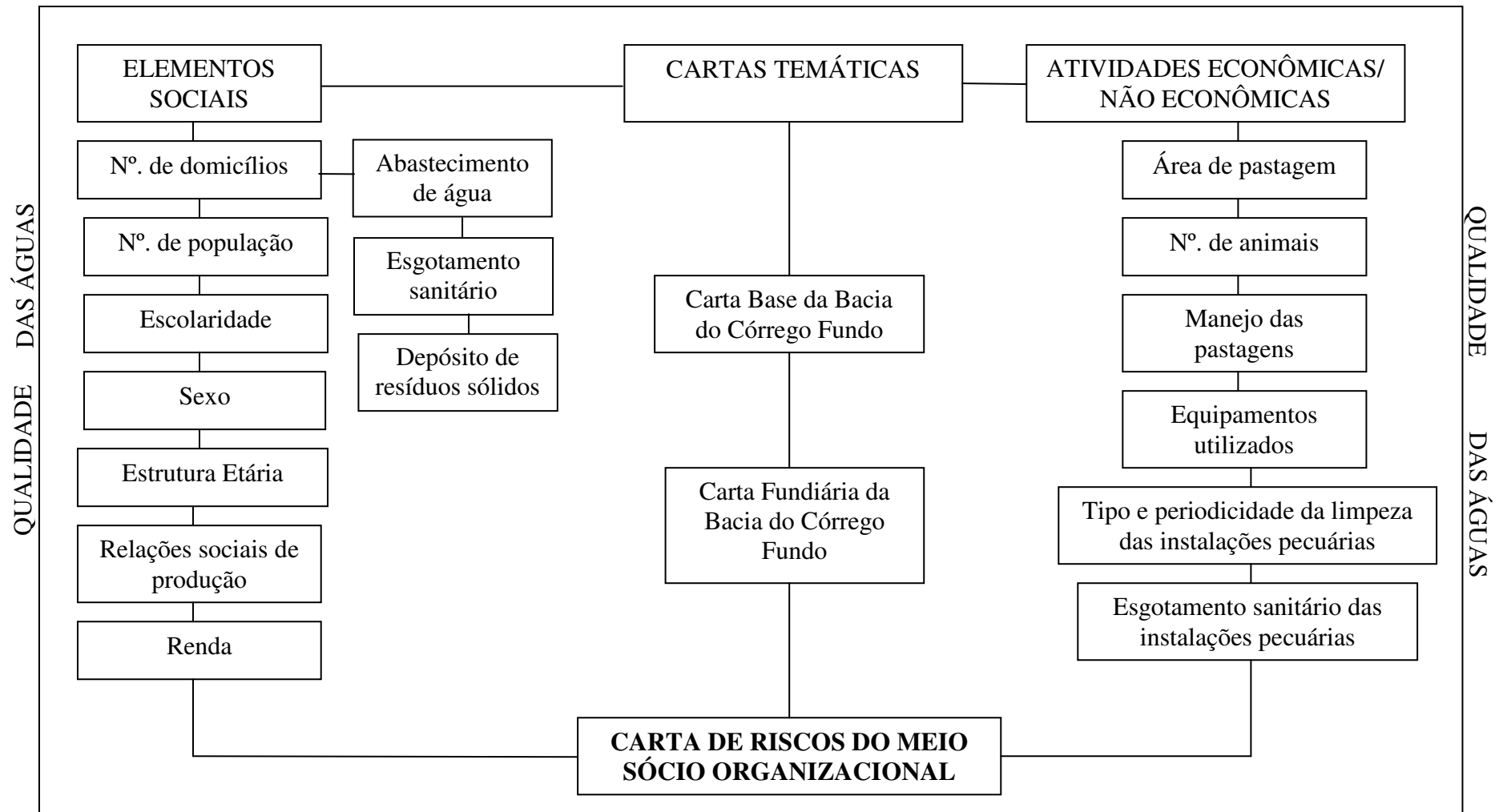


Figura 19 - Fluxograma para elaboração da carta de riscos do meio sócio organizacional da bacia do Córrego fundo, Aquidauana/MS

A Fazenda Escola da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS é a única área pública da bacia, funcionando nessa unidade, os cursos superiores de Agronomia, Zootecnia, ensino médio e Técnico em Agropecuária. Assim as atividades desenvolvidas nesta propriedade têm cunho acadêmico/científico. A prática da agricultura, pecuária, suinocultura, piscicultura e turismo são desenvolvidas em caráter didático/experimental. No entanto, também necessitam de infra-estrutura diferenciada, para dar suporte a grande quantidade de alunos, sendo que, 435 cursam os cursos de Agronomia e Zootecnia, 131 o curso técnico e 134 o ensino médio, totalizando 700 alunos que permanecem na escola no período matutino e vespertino, e tem necessidade de sanitários, de refeitório, de cantina, entre outras.

Também em relação aos domicílios e ao total de população residente nas propriedades, o diferencial é a Fazenda UEMS, que possui 11 domicílios, o que representa um total de 40,7% do total de domicílios da bacia, alojando 16 pessoas, sendo que, 10 são funcionários da escola, sendo as demais crianças e acompanhantes.

Na área da Fazenda UEMS ocorre acampamento do Movimento Sem Terra - MST com 70 barracas que alojam 10 famílias que residem na propriedade, totalizando aproximadamente 40 pessoas, 50 famílias que residem na cidade de Aquidauana, e passam o fim de semana no local.

Essa concentração populacional na Fazenda UEMS de funcionários, de alunos, de professores, de turistas e de componentes do MST, gera necessidade de maior infra-estrutura sanitária/habitacional, de transporte, de comunicação, de assistência médico/hospitalar, entre outras.

Predominam na bacia, os adultos 70,1%, principalmente do sexo masculino, correspondendo a 66,6% do total de habitantes da bacia, que desenvolvem os trabalhos diários do campo (**Tabela 07**). Normalmente são famílias em que o homem desempenha os trabalhos do campo e a mulher as atividades domésticas, sendo que, apenas o homem tem vínculo empregatício com a propriedade.

A escolaridade da população residente, excluindo-se os alunos e professores da UEMS é baixa, sobressaindo-se o fundamental incompleto, representando 57,8% do total da bacia, e o médio incompleto, com 21%, o que influencia nas formas de cultivo, de proteção e de manejo do solo (**Tabela 07**).

A faixa salarial dos trabalhadores rurais da bacia, também é muito baixa, pois cerca de 85,7% destes recebem apenas um salário mínimo R\$ 380,00, e apenas 50% desses trabalhadores

possuem carteira de trabalho assinada. Outra informação que chama a atenção é a alta rotatividade dos funcionários, que em média permanecem apenas 3 meses em seus empregos, devido a dificuldade de transporte, aos baixos salários e à falta de pontualidade de seus pagamentos.

Tabela 07 - Escolaridade e Relações Sociais de Produção da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS, em 2006

Propriedade	População	Escolaridade								Relações sociais de produção	Renda
		Fundamental incompleto		Médio incompleto		Médio completo		Superior completo			
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Fazenda São Bento	2	2	6	0	0	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Fazenda Ana Lu	4	4	12,1	0	0	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Fazenda Santa Maria	2	0	0	2	16,6	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Fazenda São Luiz	1	1	3	0	0	0	0	0	0	Arrendatário	Salário mínimo
Sítio Jacuri	4	4	12,1	0	0	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Fazenda UEMS	16	12	36,3	0	0	4	40	0	0	Assalariado c/ carteira assinada	Salário mínimo
Fazenda Aniz	6	0	0	0	0	4	40	2	100	Assalariado c/ carteira assinada	Salário mínimo
Fazenda Uberaba	5	0	0	5	50	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Sítio São Cristóvão	6	4	12,1	2	16,6	0	0	0	0	Proprietário	3 salários mínimos
Sítio do Pastor	3	3	9	0	0	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Sítio Pontinha do Cocho	3	0	0	3	25	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Sítio Princesinha	1	1	3	0	0	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Chácara Alegria	2	2	6	0	0	0	0	0	0	Assalariado s/ carteira assinada	Salário mínimo
Chácara Tavares	2	0	0	0	0	2	20	0	0	Proprietário	4 salários mínimos
Total	57	33	100	12	100	10	100	2	100		

Características que acarretam a não identidade com a terra e com os empregadores, assim o contrato de funcionários não qualificados e descontentes, que desenvolvem formas não adequadas de utilização do solo e dos recursos hídricos da bacia, acarretam riscos de perda de solo e de sua fertilidade e da qualidade das águas.

Com exceção do senhor João Monteiro (Fazendas São Bento e Santa Maria), os demais proprietários das grandes e médias propriedades, não se deslocam regularmente para a bacia, pois possuem outras atividades no município de Aquidauana e até mesmo em outros municípios, não possuindo assim, identidade com o lugar e um maior controle sobre a produção e as condições ambientais de suas propriedades, contribuindo para a geração de problemas ambientais e na demora de suas soluções, que muitas vezes são resolvidas por telefone.

As únicas propriedades em que os proprietários residem na área são: a Fazenda Aniz, Sítio São Cristóvão e Chácara Tavares. A Fazenda Aniz é a única que além dos proprietários residirem, contam com funcionários para auxiliar no desenvolvimento das atividades. O Sítio São Cristóvão e a Chácara Tavares desenvolvem suas atividades envolvendo apenas a mão-de-obra familiar.

Fatores como a baixa escolaridade, renda, rotatividade de funcionários, ausência dos proprietários, além de influenciar no uso, ocupação e manejo do solo, em relação à atividade produtiva, influenciam na disposição final dos resíduos sólidos e líquidos gerados ao longo da produção e pelos domiciliados, que não adequadamente saneados podem contaminar as águas subterrâneas e superficiais da bacia, que por sua vez, refletirá na saúde da população, assim como, dos animais.

Vinte domicílios utilizam-se de poços freáticos como fonte de abastecimento de água domiciliar, correspondendo a cerca de 74,07% dos domicílios da bacia, os demais 25,93%, captam água diretamente do córrego Fundo (**Tabela 08**). Ambas as formas de abastecimento não passam por um tratamento simplificado da água antes de seu consumo.

A falta de cultura sanitária e de higiene leva a população à construção de fossas, depósitos de resíduos sólidos a céu aberto, sem levar em consideração a localização de poços e córregos, o que pode trazer comprometimentos à qualidade das águas e a saúde da população.

Segundo o critério de “adequação” de Vetter e Simões (1981) apenas os esgotamentos sanitários domiciliar das Fazendas UEMS e Fazenda Aniz, são adequados, pois são ligados a fossas sépticas.

Tabela 08 - Formas de Abastecimento de Água da Bacia do Córrego Fundo, em 2006

PROPRIEDADE	POÇO		CÓRREGO		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
Fazenda São Bento	-	-	1	3,7	1	3,7
Fazenda Ana Lu	-	-	1	3,7	1	3,7
Fazenda Santa Maria	1	3,7	-	-	1	3,7
Fazenda São Luis	-	-	1	3,7	1	3,7
Sítio Jacurí	2	7,4	-	-	2	7,4
Fazenda UEMS	11	40,74	-	-	11	40,74
Fazenda Aniz	2	7,4	-	-	2	7,4
Fazenda Uberaba	1	3,7	-	-	1	3,7
Sítio São Cristóvão	-	-	2	7,4	2	7,4
Sítio do Pastor	-	-	1	3,7	1	3,7
Sítio Pontinha do Cocho	-	-	1	3,7	1	3,7
Sítio Princesinha	1	3,7	-	-	1	3,7
Chácara Alegria	1	3,7	-	-	1	3,7
Chácara Tavares	1	3,7	-	-	1	3,7
Total	20	74,07	7	25,93	27	100

As demais propriedades destinam inadequadamente seus esgotos sanitários, pois são ligados a fossas rudimentares e a Chácara Alegria, lança seus resíduos a céu aberto, constituindo elevado risco de contaminação do solo e das águas da bacia.

Um outro agravante em relação à qualidade das águas é o depósito de resíduos sólidos domiciliares, pois todas as propriedades depositam seus resíduos a céu aberto, para posteriormente serem enterrados ou queimados. Prática essa que, a partir da localização e extensão de tais depósitos podem se tornar fontes pontuais ou concentrados de contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas da bacia.

Carvalho (2004), ao analisar as condições das infra-estruturas sanitárias domiciliar, pecuária e agrícola da bacia do córrego Fundo constatou que a maior deficiência ou inadequação na bacia é a destinação dos resíduos sólidos, principalmente o domiciliar, responsável por 80%. O esgotamento sanitário aparece em segundo lugar em relação à inadequação, sendo este, em proporções iguais no caso domiciliar e pecuário, com apenas 25% das propriedades dotadas de

forma adequada de esgotamento sanitário. O abastecimento de água atingiu o maior índice de adequação.

A partir de tal constatação, o abastecimento de água, mesmo com maior índice de adequação, pode vir a ser prejudicado, em relação a sua qualidade, principalmente devido a maior deficiência das bacias, que é a deposição de seus resíduos sólidos domiciliar. Assim como o esgotamento sanitário, também pode influenciar na qualidade dessas águas, principalmente o pecuário.

O esgotamento sanitário pecuário é uma grande preocupação na bacia, pois com exceção da Fazenda UEMS e Fazenda Aniz que utiliza seus resíduos para adubo, as demais propriedades realizam a limpeza das instalações e os resíduos são lançados a céu aberto (**Tabela 09**), atividade esta que desenvolvida próxima a córregos e em áreas com declives acentuados podem comprometer a qualidade das águas.

As propriedades do alto curso possuem grandes áreas de pastagens cultivadas, para a criação e engorda de gado nelore, necessitando assim, de maior infra-estrutura, como açudes, invernadas, bretes para vacinação e cochos cobertos para o sal mineral, que constituem riscos potenciais de enchentes e de contaminação química, além da grande carga de material nitrogenado lançado ao ambiente pelas fezes dos animais.

As propriedades do baixo curso, também desenvolvem a pecuária, mas com menor intensidade, sendo responsáveis pelo fornecimento do leite e derivados para a área urbana de Aquidauana, assim como para o Distrito de Camisão. No entanto, é no médio e baixo curso que se concentram maior número de animais por ha, que sofrem na estiagem por falta de pastos verdes para os animais.

Também no baixo curso encontram-se propriedades que não possuem suas sedes na bacia, no entanto as áreas presentes na bacia são utilizadas com a pecuária, com exceção da Fazenda Boa Vista, sendo esta área de reserva legal.

A principal atividade desenvolvida no Sítio Guanabara é o turismo de pesca, sendo que toda a infra-estrutura destinada a essa atividade encontra-se fora da bacia, assim como a infra-estrutura pecuária, encontrando-se na bacia apenas as áreas de pastagem cultivada. O mesmo ocorre com o Sítio Bela Vista e a Fazenda Santa Olinda que desenvolvem a pecuária extensiva de corte como principal atividade, no entanto a infra-estrutura destinada a essa atividade não encontra-se na bacia, apenas as áreas de pastagem cultivada.

Tabela 09 - Informações Referentes ao Subsistema Produtivo da Bacia do Córrego Fundo, em 2006

Propriedade	Área/ há	Área de pastagem	Nº de animais	animais por há	Tipo e periodicidade da limp. das instalações	Esgotamento instalações pecuárias	Manejo das pastagens	Periodicidade do manejo	Insumos	Equipamentos utilizados	Técnicas conservacionistas
Fazenda São Bento	1200	830	700	0.8	Raspagem 2 x semana	Céu aberto	Limpeza	a cada 4 meses	Calcário	Grade e arado	Curva-de-nível
Fazenda Ana Lu	1000	700	850	1.2	Lavagem diária	Céu aberto	Rodízio de campo	30 dias	N	Grade e arado	N
Fazenda Santa Maria	637	420	110	0.2	Raspagem 2 x semana	Céu aberto	Limpeza	a cada 4 meses	Calcário	Grade e arado	Curva-de-nível
Fazenda São Luiz	43	36	42	1.1	Raspagem 1 x semana	Céu aberto	Limpeza	a cada 6 meses	N	Grade e arado	N
Sítio Jacuri	13	12	30	2.5	Varredura 2 x semana	Céu aberto	Rodízio de campo	mensal	N	Grade e arado	N
Fazenda UEMS	806	300	628	2.9	Raspagem diária	Adubo	Limpeza e replantio	a cada 70 dias	Calcário	Grade e arado	Curva-de-nível
Fazenda Aniz	20	9	11	1.2	Raspagem 2 x semana	Adubo	Rodízio de campo	mensal	N	Grade e arado	N
Fazenda Uberaba	36	12	45	3.7	Varredura 1 x semana	Céu aberto	Rodízio de campo	mensal	N	Grade e arado	N
Sítio São Cristóvão	22	20	25	1.2	Varredura 1 x semana	Córrego	Rodízio de campo	mensal	Calcário	Grade e arado	N
Sítio do Pastor	15	13	19	1.4	Raspagem 2 x semana	Céu aberto	Rodízio de campo	semanal	Calcário	Grade e arado	N
Sítio Pontinha do Cocho	22	19	28	1.4	Varredura 1 x semana	Céu aberto	Rodízio de campo	mensal	Calcário	Grade e arado	N
Sítio Princesinha	14	10	31	3.1	Lavagem 2 x semana	Céu aberto	Rodízio de campo	mensal	N	Grade e arado	N
Chácara Alegria	1.5	1	3	3	-	-	-	-	N	-	N
Chácara Tavares	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sítio Bela Vista*	20	16	25	1,5	Varredura 1 x semana	Céu aberto	Rodízio de campo	mensal	Calcário	Grade e arado	N
Fazenda Santa Olinda*	40	30	55	1,8	Raspagem 2 x semana	Céu aberto	Rodízio de campo	mensal	Calcário	Grade e arado	N
Sítio Guanabara*	12	8	10	1,2	Varredura 1 x semana	Céu aberto	Rodízio de campo	mensal	-	-	N
Fazenda Boa Vista*	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Propriedades que não possuem sede na bacia

Segundo Zimmer e Euclides (2000) a média brasileira de animais por ha é de 0,9, sendo que a capacidade de suporte das pastagens é bastante variável em função do solo, clima, estação do ano e espécie ou cultivar forrageira. Também o desempenho animal necessário ou desejado e o sistema de produção adotado têm efeito marcante na capacidade suporte da pastagem.

Na bacia, o alto curso apresenta uma baixa quantidade de animais por ha, variando entre 0,2 e 1,2 animais, sendo que é justamente no alto curso que se localizam as maiores propriedades em área. Já o médio e baixo curso, apresentam número maior de animais por ha, principalmente as pequenas propriedades. A maior quantidade de animais contribui com a necessidade de aumento da área de pastagem, sendo normalmente a mata nativa substituída pela mesma, além de maior produção de dejetos, compactação do solo, aumento do escoamento superficial.

A maioria das propriedades não utiliza técnicas conservacionistas, representando cerca de 78,5%, apenas 3 utilizam curvas-de-nível, sendo elas a Fazenda São Bento, Santa Maria e UEMS, no entanto em áreas isoladas. Grande parte das propriedades utiliza o calcário para a correção do solo, sendo que esta prática quando não adequadamente empregada pode trazer conseqüências para o meio.

A principal atividade econômica desenvolvida na bacia é a pecuária extensiva de nelore, em regime de engorda para corte, que abrange 90% das propriedades e em menor escala a pecuária de cria e leiteira, seguida pela suinocultura, piscicultura, turismo e agricultura de subsistência.

Todas estas atividades necessitam de infra-estrutura específica para o seu desenvolvimento. Infra-estrutura essa que, sem o conhecimento prévio das fragilidades da área e das formas mais apropriadas de manejo, manutenção e gestão integrada, pode acarretar riscos para o ambiente e para a sociedade residente na bacia e na região.

A criação de suínos e aves na bacia ocorre de forma familiar, somente para utilização nas propriedades, não há comercialização. A piscicultura é desenvolvida somente na Fazenda UEMS com caráter didático/experimental.

A agricultura desenvolvida na bacia é de subsistência compreendendo os pomares, hortas e outras plantações, como arroz, milho, mandioca, feijão, etc. Dessa forma, os cultivos são utilizados apenas para a subsistência dos domiciliados, mesmo os produzidos pela UEMS.

Apesar da pecuária extensiva de corte ser a principal atividade desenvolvida na bacia a Fazenda UEMS (GEMAP), Chácara Aniz e o Sítio Tavares desenvolvem a atividade

Turística. Apesar de haver potencialidade turística na bacia, esta atividade tem sido pouco explorada.

A Fazenda Aniz recebe turistas estrangeiros, utilizando a fazenda como pousada, no entanto a prática da pecuária permanece nessa propriedade. A Chácara Tavares desenvolve apenas a atividade turística, mais especificamente, com o turismo de pesca. A Fazenda UEMS com o GEMAP desenvolve o turismo voltado à educação ambiental.

Na Fazenda UEMS o turismo é desenvolvido através do GEMAP, que desenvolve atividades turísticas voltadas para a educação ambiental, utilizando-se do turismo científico e ecoturismo.

O GEMAP é formado por professores e acadêmicos da UEMS e da UFMS e estes são responsáveis pela atividade turística e também por diversos projetos de pesquisa que são realizados na área. Vale ressaltar que, as atividades desenvolvidas pelo GEMAP não têm fins lucrativos.

Os turistas que visitam o GEMAP vêm motivados pelas trilhas interpretativas que possibilitam ao visitante a observação das características do subsistema natural da região. Para a realização do percurso das trilhas os visitantes são acompanhados por monitores ambientais treinados no próprio GEMAP. As 03 trilhas utilizadas são: Trilhas das Pedras, Trilha dos Pássaros e Trilha do Sítio.

O trabalho de educação ambiental é realizado no GEMAP por meio de palestras aos visitantes e no percurso das trilhas. O fluxo de turistas caiu nos últimos anos e agora o GEMAP esta se fortalecendo para retomar desenvolvimento do turismo e dos projetos de pesquisa.

A Chácara Aniz iniciou suas atividades como pousada em 2001, recebendo turistas procedentes da Suíça, pois os proprietários são provenientes de lá, e ainda no segundo meado de 2001, passaram a receber visitantes de outras partes da Europa, do estado de SP e do interior de MS.

A Pousada Aniz esta em constante processo de planejamento e reestruturação, e nos últimos meses tem buscado investir na captação de turistas brasileiros.

O objetivo da Pousada é receber turistas que buscam o turismo contemplativo e o contato com a natureza. Dentro da propriedade não se encontra nenhum atrativo de grande relevância no contexto da bacia, mas a morraria serve como paisagem para os turistas contemplarem.

A atividade turística desenvolvida no Sítio Tavares conta com infra-estrutura modesta, já que o turismo na propriedade se desenvolveu de forma informal e devido à baixa piscosidade do rio Aquidauana o fluxo de pescadores é bem reduzido. A foz do Córrego Fundo encontra-se no Sítio Tavares, sendo que esta propriedade e o Sítio Guanabara são as únicas propriedades da bacia que tem o rio Aquidauana como atrativo e por isso desenvolvem o turismo de pesca.

O Sítio Tavares possui infra-estrutura para acomodar turistas de pesca dispondo de área para camping com capacidade de aproximadamente 12 barracas e um apartamento com capacidade para 4 pessoas.

A área de camping localiza-se nas margens do rio Aquidauana, numa distância inadequada de acordo com a legislação ambiental, pois posiciona-se em área de preservação permanente da mata ciliar, sem nenhum planejamento quanto aos impactos que pode causar.

Além do apartamento e da área de camping, o sítio conta também com a casa do proprietário (sede), que é de uso restrito da família.

O período de maior fluxo de turistas é nos feriados prolongados e a *Pantaneta*, que é o evento municipal que mais atrai turistas.

A proximidade com a área urbana do município de Aquidauana possibilita vantagens encontradas no subsistema construído, como as condições na infra-estrutura de acesso, na questão do fornecimento de energia, etc.

A infra-estrutura de acesso da bacia do Córrego Fundo é composta pela MS-450, pela AQN-03 e por estradas vicinais.

A rodovia de acesso à bacia do Córrego Fundo é a MS-450, que liga a bacia à área urbana do município de Aquidauana e aos distritos de Camisão e Piraputanga. A MS-450 é pavimentada, e se encontra em bom estado de conservação, sendo o principal acesso às propriedades da bacia.

A AQN-03 é uma rodovia cascalhada que permite o acesso à Fazenda Uberaba e o Sítio Tavares, e que segundo a população não recebe manutenção regular, não só de sua via de rolamento, como também de suas pontes, em especial a que corta o córrego Fundo, que geralmente após fortes chuvas, perde seu aterro de sustentação, levando a queda de sua estrutura que é levada até a foz.

As rodovias vicinais estão distribuídas ao longo de 06 propriedades, Fazenda São Bento, Ana Lu, Santa Maria, São Luiz, Sítio do Pastor, Sítio Princesinha e Chácara Jacuri. Todas as rodovias vicinais não são cascalhadas e apenas algumas delas recebem manutenção por parte dos proprietários da bacia.

A energia elétrica na bacia do Córrego Fundo é fornecida pela ENERSUL, tendo a opção de monofásico, bifásico e trifásico. O fornecimento de energia é regular e os serviços de reparos são rápidos e eficientes. Contudo, devido a descapitalização dos pequenos proprietários, muitos possuem severas restrições a essa infra-estrutura, pois necessitam adquirir transformadores para rebaixarem a tensão e outros equipamentos de alto valor econômico.

Os sistemas de comunicação empregados na bacia são: telefone celular, caixa postal no correio da cidade, correio entregue em endereço urbano e Internet. Somente a Fazenda Escola UEMS beneficia-se de telefone fixo, usufruindo também de outros meios de comunicação como fax, internet, etc. Tratando-se de Internet, a Fazenda Ana Lu e UEMS são as únicas a terem acesso a essa forma de comunicação.

A comunicação com a área urbana da cidade é fácil, devido a curta distância entre a bacia e a área urbana, e a comunicação entre os proprietário e funcionários das propriedades pode ser feita por meio de visitas.

Mesmo desenvolvendo outras atividades produtivas, a pecuária extensiva é a principal atividade desenvolvida na bacia, por essa razão os riscos a qualidade das águas superficiais serão mensurados em relação a pecuária extensiva.

Assim a partir da análise das informações dos questionários, das checagens de campo, foram identificadas áreas onde potencialmente ou onde já se fazem presentes riscos potenciais processados pelo grupo de subsistemas sócio organizacional, que poderiam ou podem gerar eventos perigosos, que trariam conseqüências para a qualidade das águas, gerando assim tabela dos riscos do meio sócio organizacional da bacia (**Quadro 10**). Em seguida estas informações foram classificadas, segundo Zunquette (1995) e espacializadas ao longo da bacia, obtendo como produto final a carta de riscos do meio sócio organizacional, na escala de 1:100.000 (**Figura 20**).

A partir da **Figura 20**, observa-se que as áreas consideradas como de risco Potencial Médio A, localizam-se na Fazenda UEMS, sendo esta área caracterizada por uma concentração populacional, devido ao elevado numero de alunos, cerca de 700, em 2006, funcionários residentes na propriedade, cerca de 16 pessoas, gerando grande quantidades de resíduos líquidos que são lançados em fossas sépticas, em precárias condições de manutenção, e resíduos sólidos que são dispostos em um lixão a céu aberto.

Quadro 10 - Processos e Eventos do Meio Sócio Organizacional que podem Gerar Alterações na Qualidade das Águas da Bacia do Córrego Fundo.

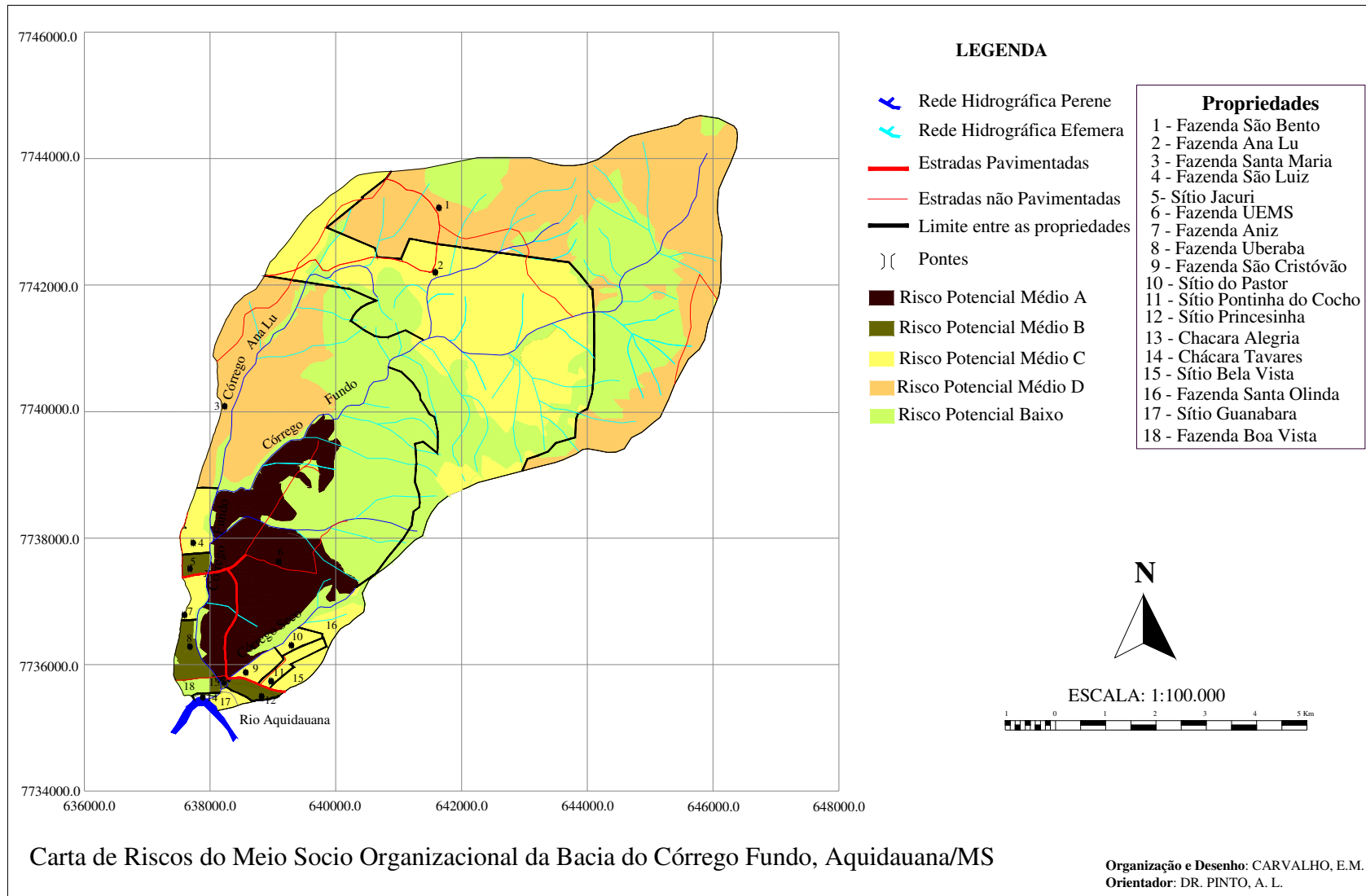
Eventos	Processos	Categoria do risco
Carreamento de sedimentos e resíduos provenientes da atividade pecuária, para os cursos de água.	- Concentração populacional - Concentração de domicílios - + de 2 animais por ha - Esgotamento sanitário das instalações pecuárias - adubo - Utilização de técnicas conservacionistas - Manejo: limpeza e replantio a cada 70 dias	Risco Potencial Médio A
	- + de 2 animais por ha - Não utilização de técnicas conservacionistas - Esgotamento sanitário das instalações pecuárias a céu aberto - Manejo: Rodízio de pastagem mensal	Risco potencial Médio B
	- + de 1 animal por ha - Não utilização de técnicas conservacionistas - Esgotamento sanitário das instalações pecuárias a céu aberto - Manejo: Rodízio de pastagem mensal	Risco potencial Médio C
	- menos de 1 animal por ha - Utilização de técnicas conservacionistas - Depósito de resíduos sólidos a céu aberto com + de 15m do córrego - Esgotamento sanitário das instalações pecuárias a céu aberto - Manejo: Limpeza a cada 4 meses	Risco potencial Médio D
	- Presença de cobertura vegetal - Área de escarpas - Menor interferência de atividades humanas	Risco Potencial Baixo

Briguenti e Filho (2001) ressaltam que:

quanto maior a densidade demográfica, maior será a pressão do fator populacional sobre as condições naturais do ambiente, a concentração populacional pode ocasionar um comprometimento dos recursos naturais e da qualidade de vida, pois o aumento populacional implica num aumento da produção de lixo e esgoto

A quantidade de resíduos produzidos por uma propriedade, não depende exclusivamente da quantidade de população residente, a renda é um elemento que influencia em tal característica. O consumo de produtos (alimentícios, agropecuários) será maior ou menor a partir do poder de compra dessa população.

Até mesmo as tecnologias, vinculadas ao sistema produtivo, dependerá do capital disponível do proprietário para a aplicação, assim como a utilização de insumos agropecuários.



Os funcionários da Fazenda UEMS recebem em torno de um salário mínimo, no entanto por ser uma instituição Estadual, a propriedade recebe financiamentos o que contribui para a utilização de maior quantidade de máquinas, insumos e aperfeiçoamento das técnicas de plantio e manejo. Por esse motivo a propriedade é uma das poucas que utiliza curvas-de-nível e desenvolve a atividade de limpeza e replantio a cada 70 dias o que diminui a compactação do solo e consequentemente o escoamento superficial.

A propriedade possui cerca de 2,9 animais por ha, considerada como fora da média da região, que está em torno de 0,8 animais por ha, o que contribui para uma produção maior de resíduos que podem comprometer a qualidade das águas. Na propriedade para a limpeza das instalações é realizada a raspagem diária, no entanto os resíduos são utilizados como adubo para as demais atividades desenvolvidas na propriedade. A Fazenda UEMS também se destaca pelas famílias do MST que ocuparam a área e geram resíduos que são carreados diretamente para o córrego Fundo.

A propriedade caracterizada como risco Potencial Médio A, pode torna-se risco Alto ou até mesmo real, considerando as características do ambiente natural (geologia, declividade, etc), assim como da localização e extensão de elementos que podem comprometer a qualidade das águas (depósito de resíduos sólidos, instalações pecuárias, fossas, etc.).

As áreas consideradas como Risco Potencial Médio B localizam-se no baixo curso e possuem mais de 2 animais por ha, não utilizam técnicas conservacionistas, característica essa que associada a declividade do terreno e localização da área de pastagem podem trazer sérios prejuízos a qualidade das águas.

O destino dos resíduos das instalações pecuário é depositado a céu aberto, caracterizando-se em risco de contaminação do solo e da águas, principalmente considerando a quantidades de animais por ha, gerando carga maior de poluentes. Como são propriedades com áreas não superiores a 40 ha realizam o rodízio de pastagem mensal, contribuindo para a não compactação do solo.

Propriedades como a Fazenda Ana Lu, Fazenda São Luis, Fazenda Aniz, Fazenda São Cristóvão, Sítio do Pastor, Pontinha do cocho, Sítio Bela Vista, Fazenda Santa Olinda e Sítio Guanabara são classificadas como Risco Potencial Médio C, sendo caracterizadas por mais de 1 animal por ha, limpeza das instalações lançadas a céu aberto, sem utilização de técnicas conservacionistas, o que pode comprometer a qualidade das águas da bacia.

As áreas consideradas como risco Potencial Médio D, localizam-se em 2 propriedades, sendo estas, a Fazenda São Bento e Santa Maria, localizadas no alto e parte do médio curso, caracterizadas pela presença de menos de 1 animal por ha e utilização de curvas de nível em

alguns pontos das propriedades. A utilização de curvas-de-nível contribui para conter o carreamento de resíduos pecuários para os cursos de água.

Áreas consideradas como de Risco Potencial Baixo são aquelas onde há a presença da vegetação natural, sendo estas principalmente as áreas de escarpas, onde há uma interferência menor das atividades humanas.

A Fazenda Aniz que desenvolve atividade turística esta inserida no contexto do risco Potencial Médio C, pois além do turismo a Fazenda também desenvolve a pecuária extensiva.

A Chácara Tavares não foi classificada em relação aos riscos sócio organizacionais, pois não desenvolve a atividade pecuária, sendo esta a variável analisada em relação a qualidade das águas superficiais. No entanto, a área apresenta riscos na alta temporada, pois o número de turistas aumenta em decorrência da pesca e utilizam as margens do Rio Aquidauana para camping, área esta onde não há a presença de mata ciliar, e no período de alta temporada a quantidade de resíduos aumentam, trazendo riscos a qualidade das águas do Rio Aquidauana.

Desta a forma, os riscos do meio sócio organizacional identificados na bacia, foram em relação a principal atividade produtiva desenvolvida na bacia (pecuária extensiva de corte), atividade esta que necessita de áreas para o cultivo da pastagem e que se não adequadamente manejadas podem trazer conseqüências para o ambiente e para a sociedade residente na bacia.

Assim a partir da carta de riscos sócio organizacionais, torna-se possível identificar áreas onde a quantidade e as características da população refletem suas formas de organização e manejo do solo, contribuindo em maior ou menor escala com riscos ambientais da bacia.

VI – RISCOS AMBIENTAIS DA BACIA DO CÓRREGO FUNDO

Os riscos ambientais correspondem às fragilidades naturais do ambiente somadas às diversas formas de uso e ocupação do solo, influenciadas pelas características da população residente, características estas que influenciam de forma contundente no setor produtivo e nas construções inerentes ao mesmo, refletindo nas condições naturais, promovendo uma nova reorganização do espaço.

Dai a importância do entendimento de todos os elementos constituintes do sistema bacia hidrográfica. A partir da correlação das cartas elaboradas dos subsistemas, torna-se possível o entendimento das diversas interações existentes no sistema, possibilitando a identificação, classificação e mapeamento dos riscos a qualidade das águas da bacia, bem como a proposição de medidas mitigadoras, para otimizar o uso dos recursos do sistema como um todo.

A **Figura 21** retrata a proposta de análise, sendo esta baseada no entendimento das interações existentes entre os elementos dos subsistemas, e a possível ocorrência de riscos, sendo estes associados à qualidade das águas da bacia.

O modelo proposto busca a identificação e classificação dos riscos em cada subsistema. Necessitando-se assim o entendimento da totalidade de cada subsistema para posteriormente entender a totalidade do sistema como um todo.

A identificação dos riscos potenciais em cada subsistema e posterior cruzamento de informações permitirá identificar áreas onde o risco potencial, pode ser tornar real, identificando assim os processos e eventos inerentes a essa dinâmica, assim como a estimativa das consequências ambientais e sociais.

Para o entendimento da unidade, totalidade e complexidade do sistema bacia hidrográfica, os 5 princípios de análise (localização, extensão, correlação, evolução e causalidade) são fundamentais, pois a partir dos mesmos percebe-se a interação existente entre os elementos.

A localização de grandes áreas (extensão) destinadas à pastagem cultivada, sem levar em consideração as fragilidades ambientais, como declividade do terreno, e a não utilização de técnicas conservacionistas, podem ocasionar várias consequências como: maior

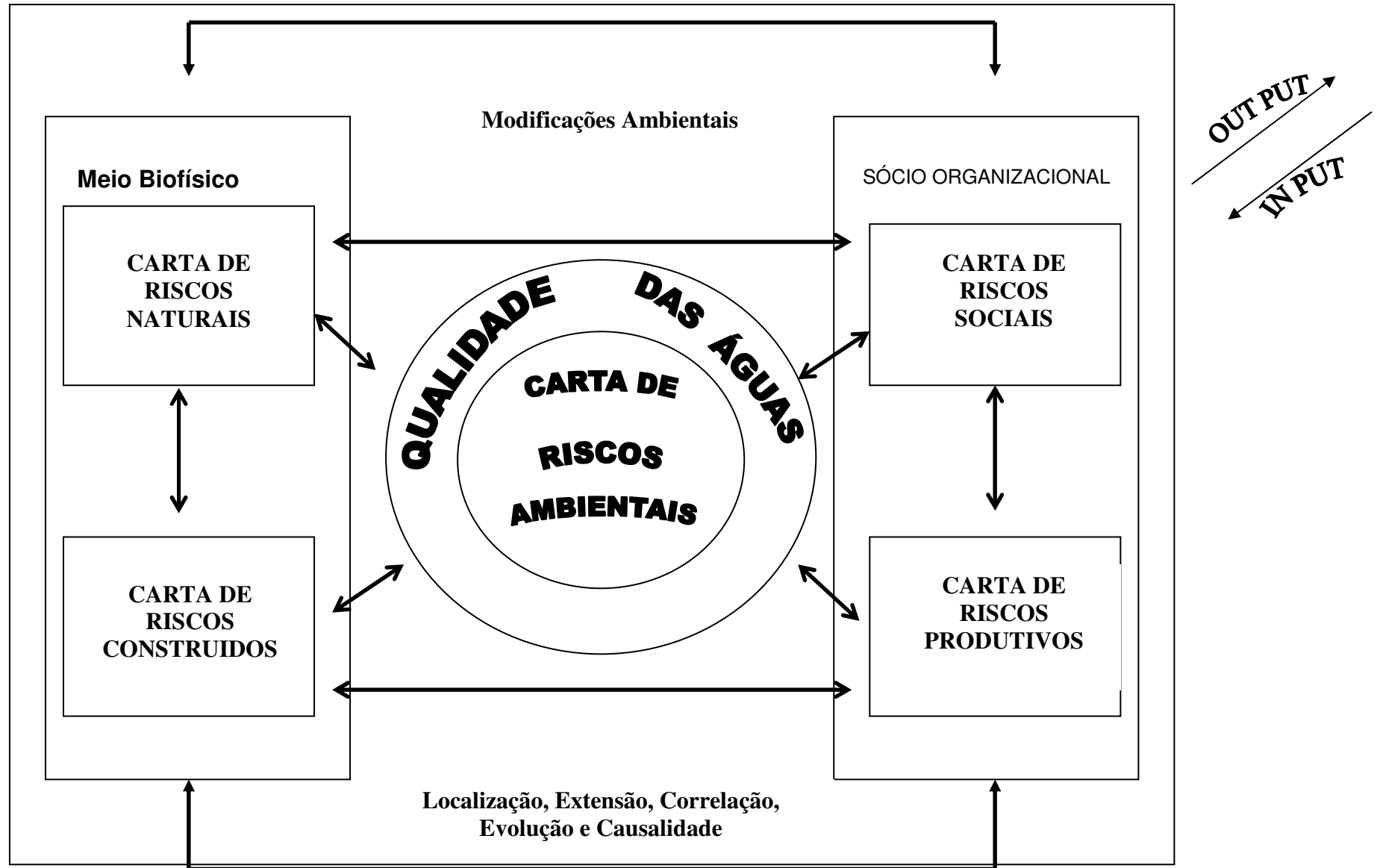


Figura 21 – Modelo Simplificado para Elaboração da Carta de Riscos Ambientais em Bacias Hidrográficas

escoamento superficial, menor infiltração, surgimento de ravinas, perda de solos e da sua produtividade, além de promover o assoreamento dos cursos fluviais, e o carreamento a este de resíduos, que contaminam suas águas.

Gerando assim conseqüências para o ambiente como para a sociedade, que necessita tanto da produtividade do solo, como também das águas superficiais da bacia para abastecimento domiciliar, agrícola e pecuário. As conseqüências também não se restringem apenas a bacia hidrográfica, em se tratando de um sistema aberto, as interferências são sentidas nas bacias adjacentes.

A identificação das áreas de risco ambiental em relação a qualidade das águas superficiais da bacia é de suma importância, principalmente levando em consideração que cerca de 25,93% das propriedades, utilizam o córrego como principal fonte de abastecimento domiciliar de água, além da utilização dessa água para a atividade pecuária.

A Fazenda UEMS utiliza para abastecimento da escola e domiciliar água proveniente de poço tubular, no entanto para a atividade agropecuária, utiliza-se água do córrego Fundo.

As águas provenientes dos poços e do córrego não passam por nenhum tratamento prévio, gerando contaminação bacteriológica aos seus consumidores, constituindo risco a saúde de seus usuários.

Darbelo (2006) realizou monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do Córrego Fundo, empregando como principal traçador as bactérias do grupo Coliformes Fecais e Totais e parâmetros coadjuvantes tanto físicos como químicos (alcalinidade, dureza, turbidez, clorofila-a, cloreto, oxigênio dissolvido, pH, temperatura da água e do ar e condutividade), classificando a qualidade das águas segundo enquadramentos estabelecidos pela resolução de numero 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA de 2005 (**Quadro 11**).

As coletas aconteceram sazonalmente ao longo de um ano, ou seja, respeitando suas estações. No decorrer da extensão do canal foram selecionados 09 pontos de coleta (**Figura 22**), levando-se em consideração: as confluências fluviais de sub-bacias no canal principal e os usos potencialmente contaminantes (psiculturas, pocilgas, grandes currais entre outros).

Para as coletas das amostras e procedimentos de preparação, foram seguidas às orientações descritas por FUNASA (2006), Silva (2000), CETESB (1977) e (1987). Para realização dos ensaios laboratoriais bacteriológicos utilizou-se da técnica dos Tubos Múltiplos associadas à tabela do Numero Mais Provável - NMP (SOARES, 1999).

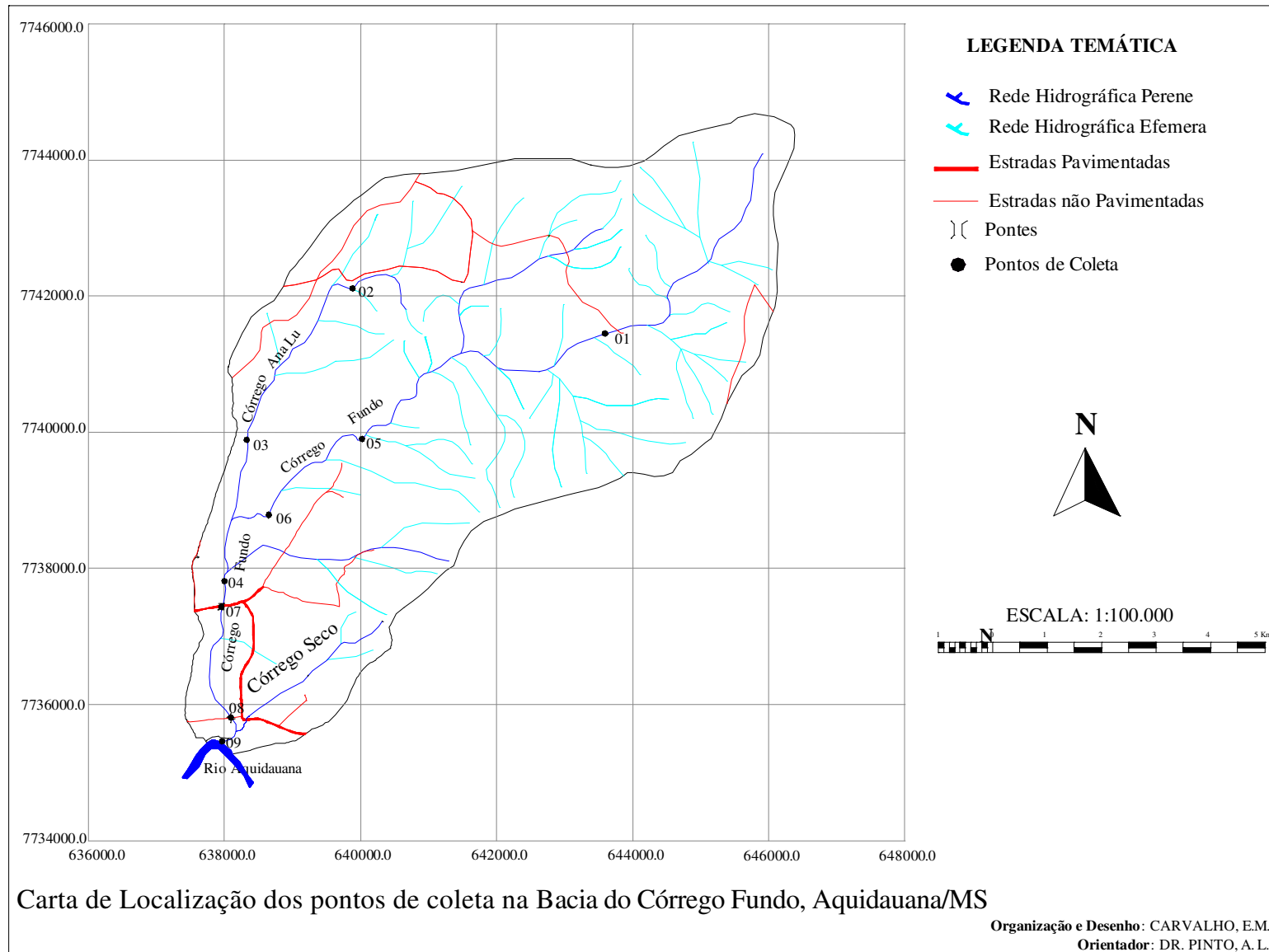
Quadro 11. Relação das classes dos tipos de águas segundo CONAMA 357/05 e seus respectivos usos.

Classes	Recomendações de uso
Especial	• Abastecimento humano com desinfecção; • Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e • Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral
01	• Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; • Proteção de comunidades aquáticas; • Recreação de contato primário; • Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e • Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
02	• Abastecimento humano após tratamento convencional; • Proteção de comunidades aquáticas; • Recreação de contato primário; • Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e • Aqüicultura e a atividade de pesca.
03	• Abastecimento humano após tratamento convencional ou avançado; • Irrigação e culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • Pesca amadora; • Recreação de contato secundário; e • Dessedentação de animais.
04	• Navegação; e • Harmonia paisagística.

Assim, a carta de riscos ambientais da bacia procura identificar as áreas onde a probabilidade de um processo, sendo este natural ou de natureza antrópica, acarretar eventos, carreamento de sedimentos e resíduos das atividades pecuária para os cursos de água, ocasionando a contaminação e/ou poluição das águas superficiais da bacia.

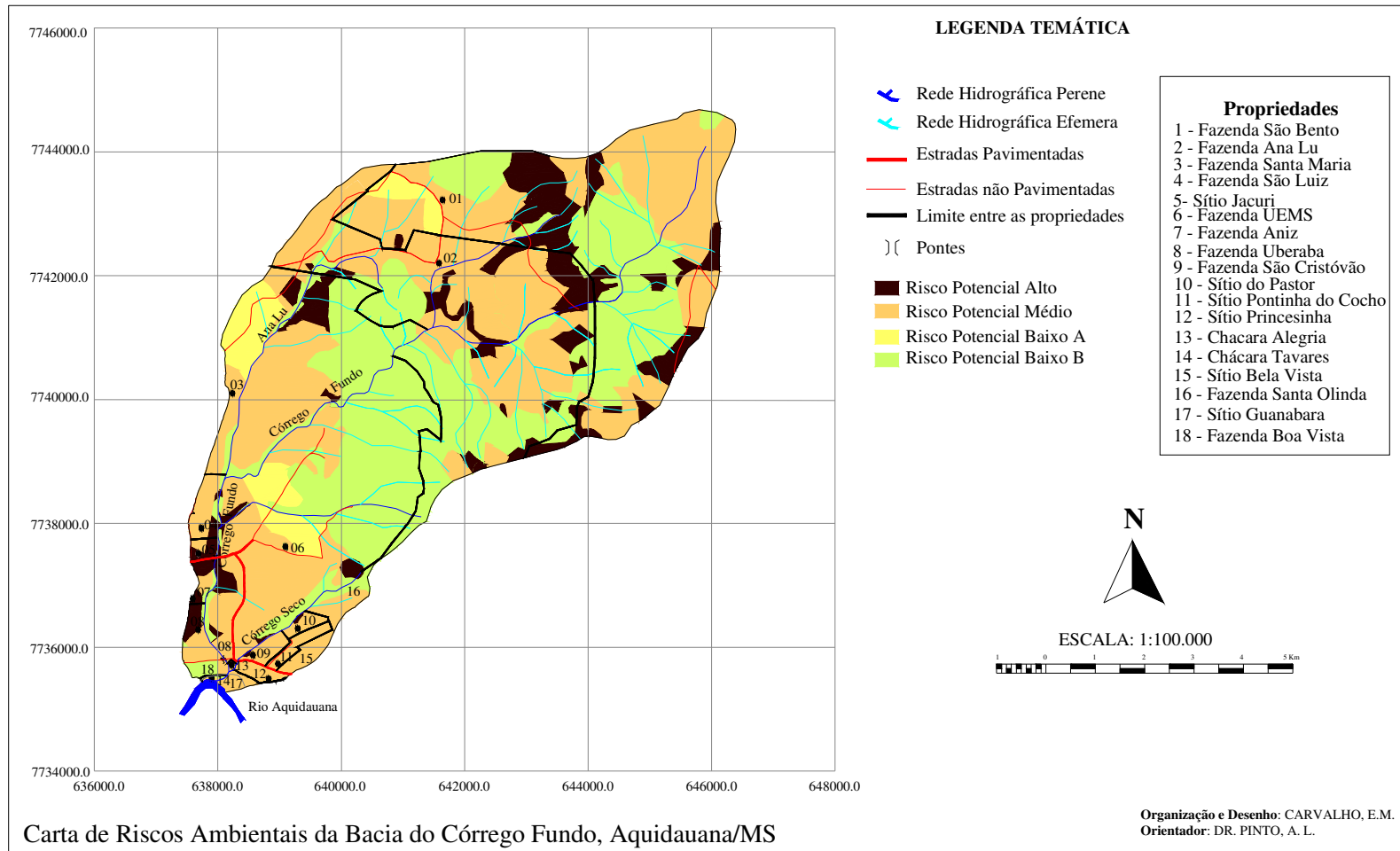
Para a elaboração da carta de riscos ambientais da bacia do Córrego Fundo, foi realizada a sobreposição das cartas de riscos do meio biofísico e sócio-organizacional, permitindo à identificação dos processos que podem gerar eventos, comprometendo a qualidade das águas da bacia (**Quadro 12**).

Após a identificação dos processos foi elaborada a classificação de tais riscos, mediante o grau de perigo oferecido a qualidade das águas, e posteriormente delimitados através do programa AutoCad R14, obtendo como produto final uma carta na escala de 1:100.000 (**Figura 23**).



Quadro 12 - Processos e Eventos que podem Gerar Alterações na Qualidade das Águas da Bacia do Córrego Fundo, em 2006.

Eventos	Processos	Categoria do risco
Carreamento de sedimentos e outros resíduos provenientes da atividade pecuária, para os cursos de água	- Declividade 12 a > 30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de Pastagem Cultivada - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência de mata ciliar - presença de estradas e pontes - Localização de currais e pocilgas com menos de 15 m do córrego - Esgotamento sanitário das instalações pecuárias a céu aberto - Não utilização de técnicas conservacionistas	Risco Potencial Alto
	- Declividade entre 0 a 12% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de Pastagem Cultivada - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência de mata ciliar - Presença de estradas - Esgotamento sanitário das instalações pecuárias a céu aberto - Não utilização de técnicas conservacionistas	Risco Potencial Médio
	- Declividade entre 0 a 12% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de Pastagem Cultivada - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência de mata ciliar - Presença de estradas - Utilização de curvas de nível	Risco Potencial Baixo A
	- Declividade entre 0 a > 30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de cobertura vegetal - Área de escarpas - Menor interferência de atividades humanas	Risco Potencial Baixo B



De acordo com a **Figura 23**, observa-se que há na bacia áreas consideradas de Risco Potencial Alto, localizando-se no alto, médio e baixo curso. Estas áreas são caracterizadas por declives que variam entre 12 e > 30%, necessitando assim de técnicas conservacionistas mais complexas para sua utilização. No entanto são áreas ocupadas pela pastagem, mesmo as margens dos córregos perenes e efêmeros, que deveriam ser preservadas com mata ciliar.

As propriedades possuem animais entre 0,8 e 3,7 animais por ha, sendo que, quanto maior a quantidade de animais por ha, maior produção de resíduos e compactação do solo, aumentando o escoamento superficial o que acarreta em carregamento de resíduos pecuários para os córregos, principalmente levando em consideração o fato de que os resíduos da limpeza das instalações pecuárias são depositados a céu aberto.

Essas áreas se concentram principalmente no alto curso, na Fazenda São Bento e Ana Lu, ocupando áreas de drenagem perene e efêmera o que ocasiona a utilização dessas áreas pelo gado, levando a uma maior quantidade de resíduos para os canais, sendo este material carregado para o médio e baixo curso, principalmente com as precipitações, ocasionando modificações nas características físicas e químicas das águas da bacia (**Figura 24**).



CARVALHO (novembro, 2005)

Figura 24 – Canal perene, área utilizada pelo gado na Fazenda São Bento.

A não utilização de técnicas conservacionistas nessas áreas agrava o problema, pois a Fazenda São Bento possui 0,8 animal por ha e a Fazenda Ana Lu 1,2, realizando o rodízio de pastagem mensalmente. A utilização de técnicas conservacionistas poderia diminuir o

carreamento de resíduos para os córregos, assim como, a presença de mata ciliar reduziria a utilização do leito pelo gado.

Mesmo com baixa quantidade de animais por ha, essas áreas trazem sérios riscos a qualidade das águas, principalmente pela retirada da mata ciliar em áreas com declives acentuados e por sua localização no alto curso com altitudes oscilando entre 400 e 600 m, com alto poder de dissecação, contribuindo para o montante de sedimentos encontrados no médio e baixo curso, característica essa que podem trazer alterações físico-químico quando da análise das águas.

No entanto, a ausência dos proprietários nas propriedades e a grande rotatividade de funcionários existente na bacia contribuem para um maior descaso com as questões ambientais, pois não há identidade com a terra, além de fatores como escolaridade e cultura influenciarem no manejo do solo. Por exemplo, a utilização de grade e arado utilizados constantemente na limpeza e na renovação das pastagens pode causar a compactação do solo, aumentando o escoamento superficial e a diminuição da infiltração, causando perda de produtividade de solo, contaminação das águas e perda da vazão na estiagem.

A presença de estradas que cortam a rede de drenagem e a não existência de pontes contribuem para o carreamento de sedimentos, resíduos da atividade pecuária, assim como de materiais transportados pelos automóveis, principalmente após as precipitações

Na análise da qualidade da água, realizada por Darbello (2006), o ponto 01 e 02 de coleta localizam-se em áreas classificadas como de Risco Potencial Alto. Ambos os pontos localizam-se na Fazenda Ana Lu, sendo que, no ponto 01 a amostra foi coletada no córrego Fundo e no ponto 02, no córrego Ana Lu (**Figura 22**).

As análises realizadas no ponto 01 mostraram resultados favoráveis quanto à qualidade da água, destacando-se, porém, um aumento no número de coliformes termotolerantes na coleta de outono/2006, onde se observa uma diminuição no ph, oxigênio dissolvido e aumento da temperatura da água (**Tabela 10**). As alterações ocorridas podem ter sido ocasionadas devido ao manejo do gado, ausência de mata ciliar e declividade entre 12 e 30%, propiciando maior movimentação desses animais próximos ao córrego e carreamento de sedimentos e matéria orgânica proveniente da pecuária extensiva de corte.

Assim, o trecho entre as nascentes do córrego Fundo e o ponto 01 pode ser enquadrado na classe 1, em relação as exigências feitas pelo CONAMA (2005), que determina no máximo 200 coliformes termotolerantes a cada 100 mL, sendo seu uso recomendado para abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, proteção de

Tabela 10 - Resultados obtidos com as análises de todas as estações do ano, inverno, primavera, verão e outono, estão apresentadas na tabela abaixo:

Estações	Pontos de Coleta	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Totais	Alcalinidade	Dureza	Cloro	Oxigênio	Condutividade	pH	Temperatura ar	Temperatura água	Turbidez
Inverno	P1	40	90	17,6	10,0	77,21	4,6	9,65	5,9	29,2	22,6	3,8
	P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P3	<30	280	15,4	8,5	65,51	5,8	21,9	6,9	34,5	25,7	24
	P4	70	150	24,2	12,0	56,15	3,8	31,0	6,9	34,4	26,8	12
	P5	40	230	13,2	8,0	81,88	5,1	16,20	6,7	34,8	25,2	4,3
	P6	<30	<30	13,2	11,5	65,51	2,6	22,30	6,8	33,3	27,4	5,5
	P7	40	2400	25,3	12,0	63,17	4,5	35,8	7,2	34,3	27,6	10
	P8	90	200	26,4	12,5	70,19	3,2	39,7	7,2	34,4	27,8	11
	P9	90	430	26,4	16,0	58,18	4,8	40,5	7,2	34,4	27,7	11
Média		41,1	420	17,96	10,05	59,75	3,82	24,11	6,08	29,92	23,42	9,06
Primavera	P1	90	1.100	1,0	5,5	104,5	5,3	12,05	8,0	30,9	22,7	0,69
	P2	430	4.600	2,6	17,5	71,2	5,2	43,01	8,1	30,6	23,4	0,62
	P3	430	11.000	1,7	10,0	121,1	4,6	25,4	7,8	34,2	27,9	1,84
	P4	930	930	1,5	10,0	87,8	2,0	27,6	7,0	34,2	29,9	16,6
	P5	150	2.400	1,1	10,5	94,7	1,6	20,1	8,4	34,3	27,5	29,8
	P6	90	1.500	1,8	11,0	106,8	4,2	28,5	6,4	34,6	29,5	41,6
	P7	1.500	4.600	1,8	11,5	97,3	2,0	28,5	7,3	34,5	31,2	17,2
	P8	2.100	11.000	1,9	12,0	87,8	4,2	29,7	7,5	34,4	32,7	15,3
	P9	4.600	11.000	1,8	12,5	87,8	4,5	29,3	7,0	32,6	33,5	57,9
Média		1146,66	5347,77	1,68	11,16	95,44	3,73	27,12	7,5	33,36	28,7	20,17
Verão	P1	70	150	6,33	62,5	94,47	3,5	10,52	5,97	25,7	24,3	24,0
	P2	930	750	29,54	57,0	57,60	8,1	48,2	7,09	27,9	23,9	34,5
	P3	110	750	13,71	57,0	50,69	10,0	24,0	6,75	33,3	28,9	196,0
	P4	40	430	21,10	10,0	64,51	7,0	28,1	6,61	30,5	28,2	81,9
	P5	40	150	13,71	15,0	76,04	3,4	23,7	6,65	31,0	26,6	32,5
	P6	<30	430	17,93	10,0	73,73	4,7	24,5	6,74	31,3	28,0	36,8
	P7	90	930	22,15	15,0	66,82	4,3	24,7	6,74	31,1	30,5	159,0
	P8	230	2400	24,26	8,0	50,69	6,2	31,1	6,84	31,5	30,2	187,0
	P9	230	2400	30,59	56,0	64,51	3,4	37,1	6,56	29,6	31,1	281,0
Média		193,3	932,22	19,92	32,27	66,56	5,62	27,99	6,66	30,21	27,96	114,74
Outono	P1	110	150	3,97	6,0	52,9	2,7	23,5	5,68	19,6	18,2	6,57
	P2	30	30	26,9	12,0	66,8	3,1	23,2	6,93	23,2	18,6	21,3
	P3	30	30	11,9	10,0	55,3	3,2	22,9	6,84	25,7	22,5	65,0
	P4	30	30	26,8	11,0	57,6	4,4	22,4	6,85	25,9	22,7	37,7
	P5	30	30	11,9	10,0	59,9	5,2	22,9	6,88	23,8	20,5	9,28
	P6	30	30	14,8	12,0	74,1	3,7	23,3	6,76	23,4	21,8	9,39
	P7	230	30	19,8	14,0	59,59	4,1	23,2	6,80	24,5	23,6	51,7
	P8	30	30	17,8	15,0	76,6	3,1	23,5	6,92	25,1	23,9	60,5
	P9	30	30	18,9	43,0	80,6	3,2	23,7	6,97	23,1	23,8	65,4
Média		61,11	43,33	16,97	14,78	64,82	3,63	23,18	6,74	23,81	21,73	36,32

comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

As propriedades São Bento e Ana Lu utilizam a água desse trecho do córrego para o abastecimento domiciliar e pecuário, sendo que a água não passa por nenhum tratamento para o consumo humano e pecuário. Informação esta que traz preocupações principalmente

levando em consideração as condições ambientais da área, onde a mata ciliar é praticamente inexistente, os declives são acentuados e não há utilização de técnicas conservacionistas.

Em relação ao ponto 02, também localizado na Fazenda Ana Lu (**Figura 22**) as análises demonstraram alterações nas coletas de primavera/2005 e verão/2006, sendo enquadrado na classe 2, em relação as exigências feitas pelo CONAMA (2005), que determina até 1000 coliformes termotolerantes a cada 100 ml (**Tabela 10**).

Os altos valores obtidos nessas estações justificam-se pelo aumento das precipitações, temperatura, ausência de mata ciliar na margem esquerda do córrego Ana Lu, declividade acentuada, favorecendo o carreamento e lixiviação das vertentes, lançando no canal fluvial cargas bacteriológicas e físico-químicos que comprometem a sua qualidade.

Um outro agravante são as condições à sua montante, em que também há predominância de pastagem cultivada que contribui para o carreamento de sedimentos e resíduos para o córrego, principalmente nas estações em que as precipitações são maiores.

No médio curso, as áreas de Risco Potencial Alto encontram-se na Fazenda Santa Maria, sendo que a mesma possui um número baixo de animais por ha, no entanto as técnicas conservacionistas são utilizadas em uma área isolada o que não contribui para a proteção dos recursos hídricos em toda a propriedade e sim apenas em uma área (**Figura 23**).

Na tentativa de contenção do escoamento superficial e da consecutiva perda de solo, o proprietário construiu barreiras de contenção, porém mal dimensionadas foram levadas pelas fortes chuvas do verão de 2006.

Essa perda de solo na propriedade é resultante da intensa utilização da área pela pastagem cultivada, em terrenos rasos, sem a proteção de técnicas conservacionistas de proteção do solo, em áreas de declives não muito acentuadas, como é o caso da área acima, que possui declividade superior a 12%.

No baixo curso, as áreas classificadas como Risco Potencial Alto, são encontradas em propriedades como a Fazenda São Luiz, as margens do córrego Fundo. Além de declividade acentuada e inexistência de mata ciliar, as margens do córrego Fundo, não existe um curral, e sim, uma área cercada onde ficam presos alguns animais, essas instalações não possuem nenhuma forma de limpeza, mas a declividade acentuada permite que com as precipitações todos os resíduos sejam carreados para os córregos.

Por essa razão na coleta de primavera/2005, o ponto 04, localizado nessa região apresentou valor bastante elevado de coliformes termotolerantes, em especial total, enquadrando-se na classe dois, apresentando oxigênio dissolvido abaixo do valor, assim como temperatura elevada (**Tabela 10**).

O mesmo acontece na Chácara São Cristóvão, onde há a presença de um curral as margens do córrego Seco, a limpeza das instalações é realizada 1 x por semana através de varredura, sendo que os resíduos provenientes da limpeza são lançados a céu aberto, que com declividade bastante acentuada, contribui para o carreamento de resíduos para o córrego (**Figura 25**). Em ambas as propriedades a presença de mais de um animal por ha e a não utilização de técnicas conservacionistas podem agravar os problemas da qualidade das águas da bacia.



CARVALHO (novembro, 2006)

Figura 25 – Localização de curral na margem do córrego Seco, no Sítio São Cristóvão

Na Fazenda UEMS, as áreas de Risco Potencial Alto se faz presente nas margens do córrego Fundo e Seco (**Figura 23**). Como a área da Fazenda UEMS é intensamente utilizada, tanto com a pecuária como agricultura experimental, a presença da pastagem cultivada é encontrada até mesmo em lugar da mata ciliar, e o fato da propriedade possuir mais de dois animais por ha, constitui em sérios riscos a qualidade das águas, necessitando assim de medidas corretivas, como a utilização de curvas de nível e o cercamento das margens dos cursos fluviais e para maior proteção, recomenda-se também a recomposição da Mata Ciliar.

Além de fatores como concentração de domicílios, de população, de animais, produzindo grande carga de resíduos orgânicos e inorgânicos, nota-se baixo investimento em tecnologia e insumos pecuários, aumentando a diversificação e intensa utilização da área.

No Sítio do Pastor, localizado no baixo curso da bacia, as áreas de Risco Potencial Alto estão trazendo sérios problemas à propriedade, como perda de solo, assoreamento do canal e a formação de paredões que sem proteção, com as fortes precipitações de verão, promovem desbarrancamento das margens, a perda de profundidade do leito e enchentes, além da perda da qualidade da água.

Esta propriedade encontra-se praticamente abandonada, pois o seu proprietário encontra-se trabalhando no Japão e a grande rotatividade de funcionários, com baixa escolaridade, não permite que perceba o risco que este processo erosivo acelerado esta impondo a propriedade e sua produtividade.

As pontes foram classificadas como Risco Potencial Alto para a bacia, pois a grande maioria delas são levadas sazonalmente pelas chuvas torrenciais de verão, quer pelo grande volume de água ou pela força exercida pelos resíduos arrastados ao longo das encostas, que forçam as estruturas das pontes, ocorrendo sobre tudo, no baixo curso, na MS 450 e AQN 03.

Foram coletadas amostras de água nessas áreas, sendo estas, nos pontos 07 e 08, localizados no baixo curso da bacia. O ponto 07 localiza-se abaixo da rodovia MS – 450. Nesse local, o córrego Fundo passa através de tubulações por baixo da rodovia, apresentando também grande quantidade de sedimentos, não apenas pela ausência da mata ciliar e declividade acentuada, mas pelos impactos ocorridos no córrego à montante.

Os aspectos mencionados acima podem justificar o baixo valor de oxigênio dissolvido encontrado e o número de coliformes termotolerantes totais e fecais, nas coletas de primavera/2005 e verão/2006, enquadrando-se esse trecho (entre o ponto 04 e 07) como classe três com o limite máximo de 4.000 coliformes por 100 ml (**Tabela 10**).

As precipitações aconteceram poucos dias antes da coleta das amostras, promovendo o carregamento de sedimentos (orgânicos e inorgânicos), juntamente com fezes de animais onde estão presente as bactérias. Temperatura da água e do ar também neste período, elevou-se para em média 33,36°C a do ar e 28,7°C a da água.

O uso indicado para a classe três, segundo CONAMA 357/05, é o abastecimento humano apos tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, pesca amadora, recreação de contato secundário, dessedentação de animais.

O ponto 08 localiza-se na estrada AQN – 03, onde também há presença de ponte próxima ao local da coleta de amostras de água, onde acumula-se grande quantidade de sedimentos e as margens do córrego são marcadas pela ausência de mata ciliar. Nos resultados

obtidos, as variáveis que se apresentam fora do limite esperado foram o oxigênio, a turbidez, e os coliformes termotolerantes, também se enquadrando como classe três.

Ponte esta, que frequentemente é levada pelas cheias sazonais, denominada “ponte do cai-cai”, e quando este fato ocorre cerca de oito caminhões de aterro são lançados no Córrego Fundo, comprometendo sua turbidez e de forma geral a qualidade de suas águas. Provocando também o alargamento e o assoreamento do canal a jusante da ponte.

Um outro fator que pode influenciar a qualidade das águas nesse ponto é a localização do acampamento do MST, com 10 famílias que vivem no local e utilizam as águas do córrego para as atividades desenvolvidas no acampamento.

Tanto o ponto 07 (Sítio Jacuri), como o ponto 08 (Fazenda Uberaba), contribuem para a contaminação das águas, pois o Sítio Jacuri possui 2,5 animais por ha, criados em pastagens com declives acentuadas, sem a utilização de curvas de nível e a proteção das mata ciliares. O mesmo ocorre com a Fazenda Uberaba, sendo que, a mesma possui 3,7 animais por ha. Características estas, que trazem como consequência os seus enquadramentos na classe três do CONAMA/2005.

Áreas caracterizadas como Risco Potencial Médio ocupam praticamente toda a bacia (**Figura 23**), são caracterizadas por declividade entre 0 a 12%, classificadas como muito boa a favorável a ocupação, não exigindo técnicas conservacionistas complexas, sendo estas, propícias para a exploração agropecuária, não oferecendo nenhuma dificuldade ao uso de máquinas agrícolas, não possuindo, portanto, nenhuma limitação de uso desse solo.

A utilização intensiva do solo, sem o emprego de técnica conservacionistas e a não manutenção da mata ciliar, trazem sérios riscos ambientais a essas áreas, mesmo enquadrando-se como risco potencial médio.

Outro agravante são as estradas que cortam os córregos perenes e efêmeros, que sem pontes contribuem para o aceleramento dos processos erosivos, o assoreamento e a entrada de resíduos e sedimentos para os canais fluviais da bacia (**Figura 26**).



CARVALHO (novembro, 2006)

Figura 26 - Afluente efêmero da margem direita do córrego Fundo, localizado na Fazenda Ana Lu que recebe grande volume de água no período chuvoso, quando transporta para o canal elevada carga de sedimentos.

Na Fazenda Santa Maria a combinação de pastagem, estradas sem manutenção, pisoteio do gado e a não utilização de técnicas conservacionistas, também acarretam erosões, perda de solo e dos recursos hídricos (**Figura 27**).



CARVALHO (novembro, 2006)

Figura 27 – Estrada localizada na Fazenda Santa Maria, a não manutenção e o pisoteio constante do gado provoca a perda de solo, mesmo em áreas com declives suaves.

Mesmo essas áreas sendo classificadas como Risco Potencial Médio, os pontos de coleta 03 e 09 (**Figura 22**), apresentam valores elevados de coliformes termotolerantes, principalmente na primavera e verão.

O ponto 03 localizado no alto curso da bacia, na Fazenda Santa Maria, caracteriza-se pela ausência de mata ciliar e suavidade de sua declividade, as curvas de nível localizadas à montante do ponto não conseguem reter os sedimentos carregados para o canal, comprometendo a turbidez e a qualidade bacteriológica de suas águas.

O ponto 09, localizado na foz da bacia, na Chácara Tavares, possui rala mata ciliar e terreno extremamente suave, com menos de 3% de declividade, promovendo a deposição de sedimentos carregados ao longo da bacia e transportados pelo canal fluvial, formando um leque de dejeção no rio Aquidauana. Na época das enchentes verifica-se o refluxo das águas do rio Aquidauana, que penetram por vários Km no canal do Córrego Fundo.

Neste local, as concentrações de oxigênio dissolvido na estação da estiagem apresentam valores abaixo do recomendado. A turbidez alcança no verão valores próximos a 281 UNT e os coliformes fecais elevam-se para 4.600 NMP/100 ml (**Tabela 10**), tornando-se não potável para o consumo humano como também, não recomendada para consumo animal.

Por ser o último ponto antes da foz, drena todas as água de escoamento superficial interceptando resíduos de todas as atividades desenvolvidas na bacia, que refletirão na qualidade de suas águas.

Devido à elevada carga bacteriológica e as baixas concentrações de oxigênio dissolvido o ponto 09, ou seja, a foz do Córrego Fundo, enquadra-se na classe 4, possuindo severas restrições para seu uso humano e agropecuário, sendo recomendado seu uso apenas para navegação e harmonia paisagística.

Outro parâmetro analisado e que influencia na dinâmica do canal, são os materiais em suspensão e dissolução. Para Matheus (1995):

Todo curso de água seja lago, rio ou outro qualquer, possui material sólido em suspensão e dissolução. Estes materiais produzem a turbidez e são constituídos principalmente por substâncias transferidas de outras regiões (material alóctone) como argila, resíduos industriais, esgoto doméstico ou originado a partir do desenvolvimento de organismos vivos, principalmente algas planctônicas (material autóctone).

A grande concentração desses materiais vai promover a diminuição da zona eufótica do canal, ou seja, a entrada de luz para dentro do canal, será reduzida, assim sendo a produção primária produzida pelas algas, que dependentes da luminosidade, diminuirá, levando também

a uma queda na concentração de O_2 , uma vez que este é o produto final da produção primária, e ainda se estes materiais forem orgânicos, acontecerá um consumo de oxigênio para decomposição dos mesmos.

Observa-se no ponto 09, grande quantidade de matéria orgânica, como restos de vegetais em decomposição, auxiliando na diminuição da transparência da água e no consumo de oxigênio, provocando a proliferação bactérias totais.

As áreas classificadas como de Risco Potencial Baixo A, são caracterizadas por terrenos suaves e a utilização de técnicas conservacionistas reduz os riscos à qualidade das águas, no entanto, a ausência de mata ciliar pode vir a comprometer sua qualidade.

As únicas propriedades que possuem essa classe de risco são as Fazendas São Bento, Santa Maria e UEMS. Na Fazenda UEMS em área de classe de Risco Potencial Baixo A, localiza-se um dos pontos de coleta de Darbello (2006), sendo este o ponto 06. O referido ponto apresentou valores de coliformes termotolerantes entre >30 e 90 a cada 100ml em todas as estações, enquadrando-se na classe 01, podendo ser consumida pelo homem após tratamento convencional.

As áreas classificadas como de Risco Potencial Baixo B, são caracterizadas por terrenos suaves a íngremes, no entanto possuem cobertura vegetal e a interferência humana nessas áreas é menor.

O ponto 5 localiza-se na fazenda UEMS, em área de Risco Potencial Baixo B. Devido à dificuldade de acesso e de uso, imposta pelas áreas de front de cuesta e de escarpas, além de possuírem solos rasos e jovens, este trecho foi enquadrado na classe 01, em todas as estações do ano, apresentando valores inferiores a 200 coliformes termotolerantes a cada 100 ml **(Tabela 10)**.

Em relação as variáveis coadjuvantes realizadas para o monitoramento da qualidade dessas águas, apenas o oxigênio dissolvido manteve-se abaixo do esperado para águas naturais, o que pode ser ocasionado pela mínima entrada de luz solar, devido à vegetação que ainda encontra-se preservada, mantendo o local bastante sombrio e a grande quantidade de matéria orgânica morta depositada no assoalho das vertentes e que acabam alcançando os cursos fluviais consomem boa parte do oxigênio disponível.

do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente, o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, como,

por exemplo, esgoto doméstico, por conta da oxiredução promovido por bactérias decompositoras (MATHEUS, 1995).

As demais variáveis analisadas apresentaram resultados que se enquadram, segundo o CONAMA 357/2005 como águas de classe 1, ou seja, águas que podem ser destinadas ao consumo humano após tratamento simplificado. É nesse ponto que encontra-se o posto de captação de água para abastecimento da Fazenda UEMS, detalhe importante para maior preocupação com a qualidade dessas águas, sendo que a mesma não passa por um tratamento prévio.

Assim, a carta de riscos ambientais da bacia demonstra a localização das áreas onde a probabilidade de processos desencadearem eventos são maiores, sendo de grande relevância a identificação dos processos para subsidiar o planejamento de uso e ocupação da área.

A partir da carta de riscos ambientais observa-se que o maior problema encontrado na bacia é a substituição da mata nativa pela pastagem cultivada, em áreas com declives superiores a 30%, sendo estas áreas não propícias para nenhum tipo de cultivo apenas preservação, proteção e abrigo de fauna e flora silvestre, pois o escoamento superficial nessas áreas é muito rápido promovendo um grande poder de transporte de materiais.

A mata ciliar também é substituída pela pastagem cultivada na Bacia, principalmente no alto e baixo curso, que associado ao pisoteio do gado, que cria sulcos e orientam o escoamento superficial concentrado, ocasiona elevado transporte de solo e resíduos, carregados para os cursos de água provocando seu assoreamento, perda de solo e da qualidade das águas.

Assim a mensuração da localização e extensão de tais áreas torna-se primordial para o entendimento da dinâmica desse sistema, principalmente para o entendimento da correlação existente entre esses elementos, partindo assim, para o princípio da causalidade, onde mudanças ocorridas em algum dos elementos do sistema ocasiona mudanças nos demais elementos e uma reorganização do sistema.

Assim, a substituição da mata nativa pela pastagem cultivada, a retirada da mata ciliar e a não utilização de técnicas conservacionistas, podem trazer consequências danosas ao subsistema natural, construído social e produtivo, ou seja ao equilíbrio dinâmico da bacia, que certamente refletirá na queda da qualidade de vida de seus habitantes.

Pois a retirada da vegetação natural ocasiona mudanças no ciclo da água, assim como, contribui para aumento do escoamento superficial, provocando a lixiviação do solo e perda de sua produtividade, além do carregamento de resíduos para os cursos de água provocando mudanças nas suas características químicas, físicas e biológicas, que por sua vez pode

comprometer a saúde da população que utiliza da água do córrego para abastecimento domiciliar e pecuário.

Assim, a prática da pecuária extensiva de corte na bacia, sem levar em consideração as fragilidades naturais da área ocasionam uma série de mudanças no sistema, mudanças estas que podem ocasionar eventos, comprometendo assim a qualidade das águas da bacia, principalmente pelo fato da não utilização de técnicas conservacionistas. Apenas 3 propriedades utilizam curvas de nível, no entanto em áreas isoladas nas propriedades.

Até mesmo as áreas classificadas como Risco Potencial Médio, que ocupam maior área na bacia, devem ter mais atenção, pois permitem ocupação com práticas simples de conservação, no entanto essas áreas são utilizadas com tanta intensidade e sem o manejo adequado que já apresentam problemas sérios de conservação.

Fatores como a não manutenção de estradas e pontes por parte da Prefeitura Municipal de Aquidauana, também contribuem para o agravamento dos problemas ambientais no sistema Bacia, pois criam uma série de problemas sócioeconômicos e no meio biofísico, que se repercutem por todo o sistema, em especial no produtivo, por exemplo, a queda de uma ponte reflete no transporte da produção, de insumos, de alimentos, de alunos, podendo gerar desemprego, desabastecimento e até o êxodo rural.

Outro fator de fora do sistema que influencia no funcionamento do sistema, são os proprietários que não residem na bacia e possuem outras formas de renda, não sendo essas propriedades sua principal fonte, assim os investimentos em tecnologias, assim como, técnicas adequadas de manejo não se tornam preocupações prementes.

Os baixos salários pagos aos funcionários ocasionam a contratação de funcionários não qualificados e com baixa escolaridade, sendo que, esta característica associada a pouca assistência oferecida pelos proprietários aos funcionários provocam a rotatividade de funcionários, contribuindo para um descaso maior em relação às questões ambientais.

Outro fator externo que exerce influência na bacia é o grande número de famílias que nos fins de semana se deslocam para o acampamento do MST, contribuindo para a geração de resíduos, que são lançados a céu aberto, próximo ao córrego.

Assim a maior problemática na bacia é a utilização intensiva da área, sem a preocupação de manejo adequado, sendo esta forma de ocupação proveniente das características da população residente, assim como, dos proprietários.

Desta forma, há a necessidade de medidas corretivas no uso desse solo, principalmente em relação preservação das matas ciliares e das áreas de declives superiores a 30%, pois a

vegetação é um dos elementos que quando modificados provoca uma série de mudanças no sistema como um todo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Na constante busca de promover o desenvolvimento, as sociedades humanas, rurais ou urbanas, geram crescente gama de impactos ambientais. O mau uso, ocupação, gestão e controle do solo provocam inúmeros eventos indesejáveis, que refletem na qualidade das águas. Necessitando assim, a identificação, o entendimento de sua dinâmica e a geração de soluções práticas, para subsidiarem as tomadas de decisões e as campanhas de educação ambiental, visando à otimização dos recursos existentes em cada subsistema e a minimização dos impactos ambientais indesejáveis.

Neste contexto, a utilização da abordagem sistêmica, para o levantamento e análise dos riscos ambientais é de grande relevância, pois, permite o entendimento da complexidade - totalidade dos riscos inerentes ao sistema bacia hidrográfica. Lembrando-se que o modelo deve ser sempre encarado, como ponto de partida para a análise ambiental, pois cada sistema possui suas características que os individualizam e elementos, com pesos diferentes, conforme sua importância no funcionamento do sistema. O constante fluxo de energia e matéria, gerado fora do sistema, influenciam no seu funcionamento, equilíbrio e por isso devem ter atenção especial na análise sistêmica.

A fragmentação do sistema em subsistemas foi bastante significativo, pois a partir do entendimento das suas unidades, particularidades e interações, tornou-se possível o entendimento do todo. Assim como, a utilização dos 5 princípios de análise e funcionamento sistêmico, apontados por Silva e Souza (1996): localização, extensão ou tamanho, correlação, evolução e causalidade, foram essenciais para o entendimento da unidade, totalidade e complexidade do sistema bacia hidrográfica.

Assim o sistema bacia hidrográfica, constituída pelos subsistemas em dinâmica e complexa transformação, perante as interações de energia e resistência, sobressaindo-se cada dia mais, a ação antrópica, consiste em excelente unidade de estudo para análise de riscos ambientais, principalmente pela utilização da qualidade da água como principal indicador de qualidade ambiental do sistema.

Todas as atividades/transformações desenvolvidas na bacia é refletida na qualidade de suas águas, causando alterações em suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Como rios são sistemas de drenagem e de transporte com intensa comunicação com os ecossistemas terrestres, as bacias adjacentes também sofrem os impactos, assim como a população residente na bacia e em bacias de seu entorno.

Constituindo a identificação, análise e classificação dos riscos ambientais a qualidade das águas superficiais de fundamental importância para subsidiar as formas adequadas de uso, ocupação e manejo do solo, visando minimizar as conseqüências ao ambiente natural e sócio produtivo, que por sua vez refletem em uma nova organização do sistema e em sistema adjacentes.

A discussão sobre a definição de risco é bastante abrangente, assim como, a terminologia referente ao assunto é bastante contraditória, sendo que os diversos termos possuem diferentes significados. Inúmeros trabalhos propõem a identificação de riscos levando-se em consideração, muitas vezes, apenas as condições naturais, sociais e tecnológicas. Por essa razão, a análise dos riscos deve levar em consideração, não apenas o funcionamento do subsistema natural, como também, a dinâmica sócio-produtiva, que envolve os demais subsistemas que geram e podem gerar eventos passíveis de serem quantificados, qualificados, e especializados.

Compreendendo assim a complexidade do sistema, o nível de interação existente entre os elementos, hierarquizando e dando peso aos mesmos, possibilitando o entendimento do elemento desencadeante do risco, para melhor tomada de decisão, a partir de planejamento prévio e plano de gestão, manejo e controle.

Portanto, a partir da carta de riscos ambientais da bacia do Córrego Fundo, observou-se a substituição da vegetação nativa pela pastagem cultivada, mesmo em áreas com declives superiores a 30%, sendo que, estas deveriam ser destinadas à preservação permanente, como também as matas ciliares que acompanham os canais, não só os perenes, mas também os efêmeros.

Tais características associadas à não utilização de praticas conservacionistas contribuem para o surgimento de ravinas e carreamento de grande quantidade de sedimentos e resíduos para os córregos, devido ao aumento do escoamento superficial, principalmente no alto curso que possui altimetrias entre 400 e 600 metros e alto poder de dissecação.

As áreas consideradas como de Risco Potencial Médio, ocupam grande parte da bacia e por possuir declives suaves, não necessitando de técnicas mais complexas de conservação, são utilizadas intensivamente, sendo ocupadas até as margens dos córregos com pastagem cultivada. Essas áreas necessitam de grande atenção, pois já se observa em campo o surgimento de ravinas devido a essa má utilização.

Nessas áreas um outro agravante são as estradas que cortam os córregos perenes e efêmeros, que sem pontes contribuem para o aceleração dos processos erosivos, o

assoreamento e a entrada de resíduos e sedimentos para os canais fluviais da bacia e a perda dessa infra-estrutura de acesso.

A combinação de pastagens, estradas sem manutenção, pisoteio do gado e a não utilização de técnicas e práticas conservacionistas, também acarretam erosões, perda de solo e dos recursos hídricos, pois mesmo essas áreas sendo classificadas como Risco Potencial Médio, o monitoramento da qualidade da água, demonstrou valores elevados de coliformes termotolerantes, principalmente na primavera e verão.

A utilização intensiva do solo da bacia sem a preocupação com os problemas gerados tanto ao subsistema natural, como ao construído social e produtivo, é decorrente da ausência dos proprietários na bacia, que não dependem financeiramente da propriedade e da alta rotatividade dos funcionários, que em média permanecem apenas 3 meses em seus empregos, devido à dificuldade de transporte, aos baixos salários e a falta de pontualidade de seus pagamentos. Características que acarretam a não identidade com a terra e com os empregadores, assim o contrato de funcionários não qualificados e descontentes, que desenvolvem formas não adequadas de utilização do solo e dos recursos hídricos da bacia, acarretam riscos de perda de solo e de sua fertilidade e da qualidade das águas.

Assim a área necessita de medidas de ordenamento de uso do solo, principalmente no alto curso em áreas com declives superiores a 30%. Mas também de atenção especial nas áreas de Risco Potencial Médio que aparentemente não necessitam de cuidados especiais, mas pode trazer sérios riscos a qualidade das águas da bacia. Problemática essa que atinge diretamente a população residente na bacia, pois utilizam suas águas para o abastecimento domiciliar, assim como, para a atividade produtiva.

Como a bacia hidrográfica se trata de um sistema aberto, às mudanças na qualidade das águas da bacia também podem influenciar a população de Aquidauana, pois a bacia localiza-se a 8 Km à montante do ponto de captação da Empresa de Saneamento Básico de Mato Grosso do Sul – SANESUL, que abastece a cidade de água.

Assim, para melhor utilização da área, torna-se necessária à utilização de práticas conservacionistas, mesmo em áreas com declives suaves e não necessitando de técnicas mais complexas de conservação, buscando evitar o surgimento de ravinas e perda de solos, e o comprometimento da qualidade das águas da bacia.

Maior investimento da Prefeitura municipal de Aquidauana na manutenção de estradas e pontes, sendo esta uma das maiores reclamações da população residente na bacia, que no período chuvoso tem dificuldade de locomoção pelas estradas, assim como pela ponte localizada na AQN 03, que é carregada pelo aumento da vazão no período chuvoso.

É fundamental trabalho de conscientização ambiental com os moradores e proprietários, pois não há na bacia preocupação com o ambiente natural. Essa atitude pode ser observada em propriedades onde existe um processo de erosão acentuado, ocorrendo à perda de solo e de áreas para o cultivo da pastagem, no entanto não há preocupação em conter esse processo, quanto mais em evitá-lo.

Conclui-se, portanto que a proposta de avaliação de risco é eficiente e integradora, gerando informações fundamentais para o planejamento e gestão sustentável de Bacias Hidrográficas e a tomada de decisões do poder público e/ou consórcio de proprietários que se proponham a edificar plano de gestão integrado para Bacias Hidrográficas, visando a otimização integral de seus recursos, a produção e ambientes mais sustentáveis, propiciando ainda a melhoria da qualidade de vida de todos os segmentos inseridos nesse sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBERTON, A. **Uma metodologia para auxiliar no gerenciamento de riscos e na seleção de alternativas de investimentos em segurança.** 1996. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

AMORIM, T.M.M. Técnicas de análise de riscos: métodos qualitativos e quantitativos. In: 1º Seminário de Análise de Risco de Processos Industriais. São Paulo, 1991.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** Planaltina: EMBRAPA, 1993.

ASSINE, M. L., **Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-grossense, Centro Oeste do Brasil.** 2003. 206 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Exatas, Departamento de Geologia Sedimentar. UNESP. Rio Claro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7159: Cores para segurança. Rio de Janeiro. 1995.

AUGUSTO FILHO, O. **Carta de risco de escorregamentos quantificada em ambiente de SIG como subsídio para planos de seguro em áreas urbanas: um ensaio em Caraguatatuba (SP).** 2001. 190 f. Tese (Doutorado). UNESP. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.

AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP.** 1994. 164 f. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

AUGUSTO FILHO, O.; CERRI, L.E.S.; AMENOMORI, C.J. Riscos Geológicos: aspectos conceituais. In: Simpósio Latino Americano sobre Risco Geológico Urbano. Anais... São Paulo: ABGE. 1990. P. 297-302.

AYACH, L.R. **Implicações Sócio-Econômicas e Sanitárias na Qualidade das águas Freáticas da cidade de Anastácio – MS.** 2001. 133 f. Qualificação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Universitário, Aquidauana.

BAGANHA, C. A. **Instrumentação Eletromagnética no Monitoramento de Plumas de Contaminação.** 1996. 82 f. Qualificação (Doutorado em Geologia – Geociências e Meio ambiente) UNESP/IGCE.

BARROS, E.J. de. **Carta de risco de movimentos gravitacionais de massa, Zona Norte dos Morros de Santos, SP, com a utilização de sistema de informações geográficas.** 2001. 200 f. Tese (Doutorado). UNESP, Rio Claro.

BASTOS, S. C. **Recursos da cartografia assistida por computador na análise de transformações agrárias: o estudo da MRH -315 Vale do Jacuí (RS).** 1995. 167 f. Dissertação de mestrado. Unesp, Rio Claro.

BENI, M.C. **Análise Estrutural do Turismo** – 7ª ed. – São Paulo: SENAC, 2002.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia física Global**: esboço metodológico. São Paulo: Caderno de Ciências da Terra, 1972.

BORDEST, S. M.L. **Procedimentos avaliativos de riscos ambientais aplicados à área da Chapada dos Guimarães**. Exame de Qualificação. 1991. 85 f. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: **erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. São Paulo: Bertrand Brasil, 2000.

BRANCO, S.M. A Água e o Homem. In: **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Edusp, 1991. P. 3 – 26.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio ambiente. **Resolução nº357**, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1469**, de 29 de Dezembro de 2000.

BRIGUENTI, E. C.; FILHO, A. P. O Uso de Geoindicadores na Avaliação da Qualidade. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2005, Anais... Rio Claro, 2005.

CAPPI, N. **Implicações do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade das Águas Subterrâneas das Bacias dos Córregos Fundo e Santa Maria/ MS**. 2002. 113 f. Qualificação (Mestrado em Geografia) UFMS, Campus Universitário de Aquidauana, Aquidauana.

CAPPI, N., PINTO, A. L. Qualidade das águas subterrâneas das bacias dos Córregos Fundo e Santa Maria, Aquidauana/MS. In: **Geografia e Produção Regional: Sociedade e Ambiente**. Campo Grande, MS: Editora da UFMS, 2003.

CAPRA, F.O. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982.

CARPI JUNIOR, S.C. **Processos Erosivos, Recursos Hídricos e Riscos Ambientais na Bacia do Rio Mogiguaçu**. 2001. 171 f. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro

CARVALHO, E. M. **Condições das infra-estruturas sanitárias nas bacias dos Córregos Fundo e Santa Maria, Aquidauana/MS**. 2004. 100 f. Relatório Final de Iniciação Científica, UFMS. Campus de Aquidauana, Aquidauana/MS.

CARVALHO, E. M. **Uso e Ocupação da Bacia do Córrego Porteira, Aquidauana/MS**. 2003. 75 f. Relatório Final de Iniciação Científica. UFMS. Campus de Aquidauana, Aquidauana/MS.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, 2000.

CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de; RIO, G. A. P. do. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. V. 28, 2005.

CENDRERO, A.. **Técnicas e instrumentos de análisis para la evaluación, planificación y gestión del médio ambiente**. CIFCA, séries Opiniones, pol. Y plan.Ambiental, nº 06, 1982.

CERRI, L.E.S. & AMARAL, C.P. Riscos Geológicos. In: Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE),1998.

CERRI, L.E.S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes**. 1993. 197 f. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento. **Análise físico-química para controle de estação de tratamento de esgoto**. São Paulo. 1977.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo:1987. 150 p.

CHRISTOFOLETTI, A. A significância da teoria de sistemas em geografia Física. In: Boletim de geografia Teorética, Rio Claro, v.16 – 17, n. 31-34, p. 119-128, 1987.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

COLELLA, L.G. Vantagens da utilização da análise de risco: In: 1º Seminário de Análise de Risco de Processos Industriais. 1991, São Paulo. Anais... São Paulo, 1991.

CORSON, W. H. **Manual Global de Ecologia**. 1ª ed. São Paulo: Augustus, 1993.

CRUZ, G. B. da, **A Importância do Controle Morfotectônico na Gênese e Evolução das Formas de Relevo da Folha Aquidauana (MS), Escala 1: 100.000; Região da Serra de Maracajú (Bordas Das Bacias Do Paraná E Pantanal)**. 2003. 64 f. Especialização em Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Universitário de Aquidauana, Aquidauana/MS.

DARBELLO, D. de M. **Monitoramento das águas superficiais da bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS**. 2006. 55 f. Relatório Final de Iniciação Científica. UFMS, Campus de Aquidauana, Aquidauan/MS.

DE BIASI, Mário. A carta clinográfica: métodos de representação e sua confecção. In: Revista do Departamento de Geografia. USP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. P. 47 - 53. 1992.

DE CICCIO, F.M.G.A.F. & FANTAZINNI, M.F. **Técnicas modernas de gerência de riscos**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Riscos, 1985.

DINIZ, A.; FURLAN, S.A. Relações entre classificações fitogeográficas, fitossociológicas, cartografia, escala e modificações sócio-culturais no Parque Estadual Campos de Jordão. Revista do Departamento de Geografia, nº 12, pág. 123 – 161, 1998, São Paulo.

DOLFUSS, O. **A Análise Geográfica**. São Paulo: Difel, 1973.

ESPÍNDOLA, E.L.G. et. al. – **A bacia hidrográfica do córrego monjolinho**. São Carlos: RIMA, 2000.

FACINCANI, E. M. **Morfotectônica da Depressão Periférica Paulista e Cuesta Basáltica: Regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba, SP**. 2000. 205 f. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FANTAZZINI, M.L. & FARBER, J.H. Análise de risco voltada ao meio ambiente. Revista Gerência de Risco. Nov-dez, pág. 42-43. 1989.

FERNÁNDEZ, K.A. La elección de color en interfaces gráficas de usuario. Boletín Digital FH.n.16,jul,p.1-6. 1998.

FLORENZANO, Teresa Galotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FOSTER, S.; VENTURA, M.; HIRATA, R. Poluição das águas subterrâneas: Um documento executivo da situação da América Latina e caribe com relação ao abastecimento de água potável. São Paulo, 1987. 55 p. (Secretaria do Meio Ambiente- Série Manuais).

GARCIA, Gilberto J. **Sensoriamento remoto: princípios e interpretações de imagens**. São Paulo: Nobel, 1982.

GOULART, S. W. **Mapeamento e caracterização básica dos depósitos neoceno-zóicos da Folha Aquidauana SF 21 X III**. 2005. 95 f. Monografia de conclusão de curso. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Aquidauana/MS.

GUERRA, A.J.T. **Um estudo do meio físico com fins de aplicação ao planejamento do uso agrícola da terra no sudoeste de Goiás**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

HAGGETT, P. & CHORLEY, R.J. Modelos, paradigmas e a nova geografia. In: **modelos físicos e de informação em geografia**. Rio de Janeiro: livros técnicos e científicos.1975, p. 1 -19.

HIRATA, R. C. A. A Proteção das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo e o Desenvolvimento Sustentável. In: **Ciência e Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: BICRHEA, 1997. p. 118 – 129.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Estudo de métodos de lavra de areia e de processos de reabilitação de áreas mineradas-RMSP- Fase I. Relatório n. 24644: IPT 1988.

JOLY, Fernando. **A cartografia**. Campinas, SP: Papirus, 1990.

KULLOCK, D. **Planificação Ambiental Urbana**. Buenos Aires: CIAM, 1994.

LEAL, A. S. As águas subterrâneas no Brasil: ocorrência, disponibilidades e usos. In: **O Estado das águas no Brasil**. Brasília: ANEEL, 1999, P. 139-164.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências, 1991.

LIBAULT, A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica: Métodos em questão.** nº 01. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1971.

LIBAULT, A. **Geocartografia.** São Paulo: Editora Nacional, 1975.

MACHADO, P.J. de O. Recursos Hídricos: uso e planejamento. In: GEOSUL: Revista do Departamento de Geociências/Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. V.16, n. 31, p. 103 – 115, jan/jun. 2001.

MARCONDES, J. F.. **Utilização de sistema de informação geográfica no uso e ocupação da terra. Estudo de caso: Assentamento São Manoel-Anastácio-MS.** 1999. 65 f. Monografia (Especialização em Geografia) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Universitário de Aquidauana, Aquidauana/MS.

MARCONDES, Juscelei Ferreira. **Utilização do geoprocessamento na análise da susceptibilidade à erosão no Assentamento São Manoel em Anastácio-MS.** 2001. 92 f. Qualificação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Universitário de Aquidauana, Aquidauana/MS.

MARQUES, J.S. (1988).Previsão de riscos ambientais. Revista de Geociências. São Paulo (SP), V. 7, P. 250-254.

MARTOS, H. L. **Análise de risco ambiental: uma proposta metodológica para minerações.** 1999. 120 f. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

MATHEUS, C. E. **Manual de análises limnológicas.** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Hidráulica e Saneamento – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, 1995.

MATTOS, S. H. V. L. de; FILHO, A. P. Inter-relações entre sistemas físico-natural e sócio-econômico e qualidade ambiental na bacia hidrográfica do córrego do Piçarrão (Campinas – SP). In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2005, São Paulo. Anais...São Paulo, 2005.

MELLO, N. A. de. Gestão em Bacias Hidrográficas Urbanas para Superação de Comprometimento Ambiental. In: Boletim Paulista de Geografia. n. 76. São Paulo. Dezembro/1999. P. 23 – 66.

MENDONÇA, Francisco. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. In: RA 'E GA: O Espaço Geográfico em Análise. Ed. UFPR. n. ° 3. ano III. 1999.

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

MORAIS, J.O. de. Geologia no Planejamento Ambiental: Impactos na água. Revista de Geologia, 1996. V. 8. P. 255 – 258.

NISHIYAMA, Luiz. **Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000**: aplicação no município de Uberlândia – MG. Escola de engenharia de São Carlos, Campus de São Carlos, 1998.

NOVO, Evelyn M. L. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.

PCBAP – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal). Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, 1997.

PINTO, A. L., CARVALHO, E. M de, SILVA, P. da. Contribuição do subsistema biofísico e sócio-produtivo no planejamento territorial e gestapo ambiental da bacia do Córrego Fundo. In: VI Encontro Nacional da ANPEGE. Fortaleza, 2005. Anais.... Fortaleza: UFC, 2005.

PINTO, A.L.; JOSÉ, C. Implicações das Condições de Saneamento Básico na Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Anastácio – MS. Revista Pantaneira. Aquidauana, MS: UFMS/CEUA. V. 1, nº. 2. P. 43 – 46, Jul/Dez 1999.

PINTO, A. L. AYACH, L. R. Implicações, Uso e Ocupação e Manejo Rural e Urbano na Qualidade de Águas Subterrâneas da Depressão do Rio Aquidauana. In: V Encontro Nacional da ANPEGE. Florianópolis, 2003. Anais...Florianópolis, 2003.

PIRES, A.S.F. Avaliação de impactos ambientais. Revista CIPA, V.17, n. 198.p. 56-77. 1996.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J. E. dos. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. Ciência Hoje. V. 19, n. 110. p. 40 – 45. 1995.

POLITANO, W.; DEMÉTRIO, V.A.; LOPES, L.R. Características básicas do material cartográfico empregado em atividades agrônômicas nas bacias hidrográficas. Revista de Geografia.V.8, n. 9.1990. p. 21-29.

PORTO, M.F.A. Estabelecimento de Parâmetros de Controle de Poluição. In: **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Editora da USP, 1991. P. 27 – 68.

SANCHEZ, Miguel Cezar. Conteúdo e eficácia da imagem gráfica. In: Boletim de Geografia Teórica. V. 11. Nº. 21-22. AGETEO. Rio Claro. SP. 1981.

SANT'ANNA NETO, J. L. O Caráter Transicional do Clima e a Diversidade da Paisagem Natural na Região de Aquidauana. In: II Semana de Estudos Geográficos: Desenvolvimento e Geografia 2, 1993, Aquidauana. Anais...UFMS/CEUA, v.1, p. 118-128.

SANTOS, L. C. A. dos. **Estudo da Bacia do Rio Paciência – MA por meio da análise cartográfica**. 2001. 110 f. Qualificação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de presidente Prudente.

SANTOS, M.C.S.R. Manual de Fundamentos Cartográficos e Diretrizes Gerais para elaboração de mapas geológicos, geomorfológicos e geotécnicos. São Paulo.IPT, 1989.

SILVA, J.X., SOUZA.M.J.C. **Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1996.

SILVA, Márcia Corrêa Vieira da; TRIANO, A. B. S. Teoria Geral dos Sistemas em geografia: reflexões sobre a paisagem. In. XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo, 2005. Anais..., São Paulo, 2005.

SILVA, L. M. Instituto de tecnologia de alimentos Núcleo de microbiologia. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. São Paulo, 2000.

SIMIELLI, Maria Elena Ramos. **Variação espacial da capacidade de uso da terra**: um ensaio metodológico de cartografia temática, aplicado ao município de Jundiaí-SP. São Paulo: Instituto de Geografia, 1981.

SINELLI, O. A **poluição das Águas Subterrâneas**. 1991. 54 f. Especialização em geografia. UNESP, Rio Claro.

SOARES, J. B. **Água Microbiologia e Tratamento**. Fortaleza: EUF. 1999.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas: Métodos em questão**. São Paulo: Instituto de geografia – USP, 1977.

TRICART, J. L. F. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. In: Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, out./dez. 1976

TROPPEMAIR, H. (2004). **Sistemas/ Geossistemas/ Geossistemas Paulistas/ Ecologia da Paisagem**. Rio Claro: Edição do autor, 2004.

YOSHINAGA, S.; GOMES, D.C. Conceitos Básicos de Hidrogeologia. In: **CETESB Águas Subterrâneas: Controle e Prevenção de Poluição**. São Paulo, 1990, P. 1 – 39.

ZIMMER, A. H. EUCLIDES, V. B. P. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens – Temas em evidências. Lavras, 2000. Anais... Lavras: UFLA, 2000.

ZUQUETTE, L. V. (1993). **Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio-físico: fundamentos e guia para elaboração**. 1993. Tese de Livre Docência. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.

ZUQUETTE, L.V.; PEJÓN, O.J. Considerações básicas sobre a elaboração de cartas de zoneamentos de probabilidade ou possibilidade de ocorrer eventos perigosos e de riscos associados. Geociências. Universidade Estadual Paulista/UNESP. São Paulo. V. 14. julho/dezembro, 1995.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO

1. Dados da Propriedade

1.1 - Nome da propriedade_____

Área _____ha

1.2 - Nome do proprietário_____Tel_____

1.3 – Nome de quem gerencia a propriedade_____Tel._____

1.4 - Localização da propriedade em relação ao córrego Fundo:

- () na margem direita () na margem esquerda

- () no alto curso () no médio curso () no baixo curso

1.5-Algum curso fluvial corta a propriedade?() sim () não

Qual?_____

Se sim, este é: () perene () temporário () intermitente

1.6- Localização da sede em relação ao córrego Fundo:

- () na margem direita () na margem esquerda

- () no alto curso () no médio curso () no baixo curso

1.7 –Estradas de acesso a propriedade, forma de pavimentação e manutenção das estradas?

Estrada	Forma de Pavimentação	Manutenção
() MS 450	() Pavimentada () Não Pavimentada () Cascalhada () Não cascalhada	() boa () regular () péssima
() AQN 03	() Não Pavimentada () Cascalhada () Não cascalhada	() boa () regular () péssima
() Vicinal	() Não Pavimentada () Cascalhada () Não cascalhada	() boa () regular () péssima
() Outras _____	() Não Pavimentada () Cascalhada () Não cascalhada	() boa () regular () péssima

2. Características Físicas da Propriedade

2.1 - Tipo de material inconsolidado (solo), quanto à textura predominante na propriedade:

() argiloso () arenoso () areno/argiloso () argilo/arenoso

2.2 - Possui afloramento rochoso na área: () sim () não

3.3- Em que porção da propriedade, em relação à sede:

() Norte () Sul () Leste () Oeste

3. Uso, Ocupação, Manejo e Técnicas Conservacionistas da Área da Bacia

3.1- A quantos anos a área foi desmatada_____anos

3.2- Qual a primeira atividade desenvolvida após o desmate? (faça um breve histórico das atividades já desenvolvidas)_____

3.3- Qual a atividade predominante atualmente:

() agricultura () pecuária extensiva () pecuária intensiva () outras

- há quanto tempo_____anos

Agricultura

3.4- Qual é o tipo de agricultura praticada? () subsistência () empresarial

Qual o cultivo?

Cultivo	Área	Cultivo	Área

3.5 - Que pratica de controle de pragas e utilizado na propriedade?

() controle biológico () agrotóxicos () rotação de culturas () adubo orgânico () outros_____

Se utiliza Agrotóxicos, quais os tipos utilizados?

Nome Comercial	Princípio Ativo	Frequência

3.6 - Na agricultura utiliza-se adubo, qual é a área cultivada?

() orgânico () inorgânico () outros

Quantidade_____por ha Se inorgânico, qual a marca_____

3.7 - Se agricultura, sua localização em relação ao córrego:_____m

() à jusante () mesmo nível () à montante

3.8 - Se agricultura, sua localização em relação ao poço:_____m

() à jusante () mesmo nível () à montante

Pecuária

3.9- **Se pecuária extensiva**, sua localização em relação ao córrego Fundo: _____m

3.10- **Se pecuária intensiva**,

- sua localização em relação ao córrego Fundo: _____m

- sua localização em relação ao poço mais próximo: _____m

() à jusante () mesmo nível () à montante

3.11- Animais confinados :

Animais	Nº	Área de Confinamento	Qual Alimentação*	Quantidade de Alimentação Diária
Bovinos de Corte				
Bovinos de Leite				
Eqüinos				
Ovinos				
Suínos				
Caprinos				
Outros _____				

* ração, silagem, cana triturada, sal mineral, sal boiadeiro, etc.

3.12 - Invernadas

Animais	Nº	Quantidade de Invernadas	Área Media das Invernadas	Tempo de Permanência dos Animais	Qual Alimentação*	Quantidade de Alimentação Diária
Bovinos de Corte						
Bovinos de Leite						
Eqüinos						
Ovinos						
Suínos						
Caprinos						
Outros _____						

—						
---	--	--	--	--	--	--

* ração, silagem, cana triturada, sal mineral, sal boiadeiro, etc.

Como é feito o manejo do gado? _____

3.13 - Limpeza dos Currais, Pocilgas, Galpões, etc

Animais	Forma de Limpeza*	Periodicidade da Limpeza*	Destino da Água Utilizada*	Destinação dos Resíduos Sólidos
Bovinos de Corte				
Bovinos de Leite				
Eqüinos				
Ovinos				
Suínos				
Caprinos				
Outros _____				

* varredura, lavagem, raspagem, etc.

* Diária, 2x semana, 3x semana, etc.

* Fossa Negra, Rudimentar, séptica, córrego, lagoa, lago, represa, etc.

3.14 - Pastagem

Tipo de pastagem	Área	Tipo de Manejo*	Periodicidade do Manejo	Técnicas conservacionistas*	Utiliza adubo químico	Quantidade de Adubo
Cultivada						
Nativa						

*Limpeza mecânica, controle de pragas, replantio, queimadas, descompactação

* Terraceamento, Curvas de nível

Desenvolve outras atividades	Área (ha)
Horta	
Pomar	
Criação de aves	
Piscicultura	
Outras	

3.15- Utiliza esterco animal como adubo? () sim () não

Se sim, qual é a proporção _____

3.16 - Qual a destinação das embalagens de fertilizante e pesticida utilizado na propriedade?

☐ enterrada ☐ queimada ☐ estocada

☐ estocada e devolvida ao fornecedor ☐ joga no lixo da cidade ☐ outros

3.17 - Quais as técnicas conservacionistas utilizada na propriedade e quais as áreas que abrangem?

☐ curva de nível _____ ☐ terraços _____ ☐ outras _____

3.18- A mata ciliar permanente na localidade preservada. ☐ sim ☐ não

Se sim, área _____ ha

3.19 - Qual é a área de reserva legal da propriedade?

Quantos hectares: _____

3.20 - Existe na propriedade feições erosivas? ☐ sim ☐ não

Se sim, que lugar _____ em quantos hectares _____ ha

3.21 - Quais as dimensões dessa erosão? ☐ pequena ☐ média ☐ grande

3.22- Utiliza-se de alguma técnica de combate ou controle do fogo na propriedade.

☐ sim ☐ não Se sim, quais _____

4. Dados Referentes ao Abastecimento de Água

4.1- Quais são as fontes de abastecimento de água da propriedade

☐ poço freático ☐ poço tubular ☐ nascente ☐ rio

☐ represa ☐ lago ☐ outras _____

4.2 - Como ocorre a captação da água

☐ bombeamento ☐ balde ☐ declividade ☐ outros _____

4.3 - As residências possuem ligação interna de água

☐ sim ☐ não

4.4 - Quantos poços possui a propriedade _____

4.5 - Qual a idade dos poços _____

4.6 - Profundidade do poço _____ metros

4.7 - A quantos metros o poço interceptou a rocha: _____ m.

4.8- Para quais fins são utilizadas a água do poço

☐ domiciliar ☐ horta ☐ animais ☐ aves

☐ irrigação ☐ piscicultura ☐ outros _____

4.9 - A propriedade possui poços inativos: ☐ sim ☐ não quantos: _____

4.10- Com relação à tampa de proteção do poço

☐ sem tampa de proteção ☐ tampa de madeira ☐ tampa de concreto

() outras_____

4.11 - O comportamento da água do poço: () temporário () permanente

Se temporário, em que meses ele seca _____

4.12 - Localização do poço em relação à casa :_____m

() à jusante () mesmo nível () à montante () outras_____

4.13 - Localização do poço em relação à fossa:_____m

() à jusante () mesmo nível () à montante () outras_____

4.14 - Localização do poço em relação a suinocultura:_____m

() à jusante () mesmo nível () à montante () outras_____

4.15 - Localização do poço em relação ao curral:_____m

() à jusante () mesmo nível () à montante () outras_____

4.16 - Localização do poço em relação ao pomar:_____m

() à jusante () mesmo nível () à montante () outras_____

4.17- Localização do poço em relação à deposição de resíduos sólidos (lixo)_____m

() à jusante () mesmo nível () à montante () outras_____

5. Dados Referentes ao Destino dos Resíduos Sólidos e Líquidos

5.1 - Qual o destino dado ao esgoto domiciliar

() fossa séptica () fossa rudimentar () fossa negra () céu aberto () direto no rio () outro____

5.2 - Quantas fossas possui a propriedade_____

5.3 - Profundidade da fossa:_____m

Se houver mais que uma indique a profundidade de todas_____

5.4 - Qual o destino dado aos resíduos sólidos

Orgânico () enterrado () queimado () a céu aberto () coleta seletiva () outros_____

Inorgânico () enterrado () queimado () a céu aberto () coleta seletiva () outros_____

Domiciliar () enterrado () queimado () a céu aberto () coleta seletiva () outros_____

Produtos Agropecuários () enterrado () queimado () a céu aberto () coleta seletiva

() outros_____

6. Sócio - Econômico

6.1 - Quantas residências possui a propriedade _____

6.2 - Quantas pessoas moram na propriedade _____

6.3 - Qual é a forma de relacionamento para a produção:

() empregado fixo () parceiro () diarista

() meeiro () semanista () outros _____

6.4 - O Proprietário reside na propriedade? () não () sim

Se não, quantos dias da semana se desloca para a propriedade: _____ dias

6.5 - Qual o capital aplicado na propriedade?

a) na terra R\$ _____

b) nas benfeitorias R\$ _____

c) nos animais R\$ _____

d) outros _____

6.6 - Quais suas ocupações na propriedade?

Quais: _____

Que área abrange: _____

Qual a sua participação nos lucros da propriedade: _____

Além da atividade agropecuária da propriedade, o dono possui outra atividade econômica: _____

6.7 TABELA SÓCIO - ECONÔMICA														
	Grau de Escolaridade													
	Anaf.		E F		E F		E F							
												Ocupação Funcional	Tempo que exerce tal função	Faixa Salarial
Nome	S	N	I	C	I	C	I	C	F	M				(S. M)

7. Potencialidades Turísticas

7.1- Há piscosidade nesta parte do córrego? () sim () não

Em qual Córrego? () Fundo () Santa Maria

Quais as principais espécies de peixes

encontradas? _____

7.2- Você acha viável os seus vizinhos explorarem a atividades turística ?

() Sim () Não

Por que? _____

7.3- O que você acha de utilizar sua propriedade para atividades de day use?

7.4- Você acredita que sua propriedade possui um potencial turístico? () não () sim

Desenvolveria alguma atividade turística? ()sim () não ()Já desenvolve

Por que?_____

7.5- Precisa desenvolver obras de infra-estrutura/melhoria ou mudança na propriedade para receber ou se já recebe turistas?

() SIM

Quais?_____

() Hospedagem (quartos, apartamentos)

() Alimentação (refeitório)

() Lazer (piscina, sala de jogos, etc)

() Passeios (trilhas, estábulos, chalanas)

() Outros_____

Porque não as realizou?_____

() NÃO

Por que?_____

7.6 - Que lugar (es) da propriedade considera que possui belezas naturais e que poderiam atrair turista e receber visitação?_____

7.7- Quais as modalidades de turismo podem ser desenvolvidas na propriedade?

() turismo de aventura- Rapel, boi  -cross, etc

() turismo rural- Cavalgada,etc

() ecoturismo- trilhas, etc

7.8 - O que vai mudar no dia-a-dia da propriedade com a implanta  o do turismo?

7.9- Quais atributos encontrados em cada um dos lugares acima apontados:

() sítio arqueológico() corredeira () cachoeira () caverna () fauna () flora ()mirante

() morraria c/ belezas c  nicas como paisagem () morraria c/ belezas c  nicas (dentro propriedade)

() piscosidade do rio () outros_____

7.10 - Quais espécies animais são mais facilmente encontradas em sua propriedade?

()lobinho ()capivara ()arara ()cobras() tamanduá bandeira ()tatu

() gambá ()tucano ()veado ()pica pau ()Outros_____

7.11 - Quais as espécies da flora encontradas na propriedade chamariam a aten  o do turista?

7.12- Quais frutas nativas são encontradas na propriedade?_____

8- Propriedade que desenvolve atividade turística

8.1- Qual a classificação deste empreendimento?

() pousada () hotel () pescueiro () hotel fazenda () outras_____

8.2- Descreva a infra-estrutura do

empreendimento_____

8.3- Possui cadastramento junto à EMBRATUR: () não () sim

Se Sim: Qual a Razão Social, e nome fantasia?_____

8.4 - Qual a data do início das atividades turísticas?_____

8.5- Houve um planejamento para a implantação? () sim () não

Se NÃO, Por que?_____

Se SIM: ocorreu conforme o planejado? () sim () não

Porque?_____

8.6 - Quais as alterações no meio ambiente que foram necessárias à implantação do empreendimento?

8.7 - Quais impactos ambientais podem ser observados, comparando a propriedade antes da implantação do turismo e atualmente?_____

8.8 . O gerenciamento da atividade turística é exercido: () proprietário () capataz

() gerente preparado para tal função () outro_____

Quantos funcionários trabalham no empreendimento turístico?_____

E qual a divisão de cargos?_____

8.9- Qual (is) os meios de divulgação utilizados para promover o empreendimento?

() placas indicativas () agência em Aquidauana () folder () rádio

() outras agências_____ () outros_____

8.10 - Além do Turismo qual outra atividade econômica é desenvolvida na propriedade?

() piscicultura () pecuária () agricultura () outras_____

() nenhuma () pretende desenvolver futuramente - Qual?_____

Dentre todas as atividades, qual é a principal?_____

Por que?_____

8.11 – Geralmente qual a procedência dos turistas?

8.12 - Qual a capacidade de carga: *Hospedagem* - Leitos_____

Camping_____

*Atrativos (por produto)*_____

Descreva os produtos e serviços oferecidos e seus respectivos preços:

8.13 - Qual é a média de fluxo de turistas semanal? Alta Temporada_____ Baixa

Temporada_____

8.14 - Quais meses do ano podem ser considerados de:

Alta temporada_____

Por que?_____

Baixa

temporada_____

Por que?_____

Qual (is) os feriados em que o fluxo de turistas aumenta?

8.15 - Nos últimos tempos houve aumento ou queda no fluxo de turistas? () aumento () queda

Se queda - Na sua opinião qual o principal motivo:_____

Se aumento – Houve melhorias? () não () Se, sim: Em que setor?

() infra-estrutura () RH () Equipamentos () outros_____

Na sua opinião qual o principal motivo: _____

8.16 - Quais são as atividades oferecidas aos turistas?

() passeio de barco () pesca esportiva () trilhas () esportes radicais

() cavalgadas () pesque e solte () outras_____

Existe a intenção de oferecer outras atividades futuramente aos turistas? () não () sim

Quais?_____

_____ Por que?_____

8.17 - O empreendimento oferece alguma atividade fora da propriedade?

() Sim: Qual (is)?_____

() Não

Existe anseio de ter parcerias, com outros proprietários com o fim de melhorar o atendimento aos seus Turistas: () Sim () Não Por

que?_____

8.18 – Que tipo de lixo é deixado pelos turistas? ☐ lata ☐ plástico ☐ papel ☐ outros

Quantidade _____

Qual é a forma de depósitos desses

resíduos _____

9 - Se Empreendimento Pesqueiro

9.1 - O empreendimento faz limpeza periódica na beira do rio/córrego para recolher o lixo deixado pelo turista ☐ sim ☐ não Por que? _____

9.2 – Existe controle em relação à medida do pescado capturado?

☐ Não ☐ Sim

A propriedade faz este controle? ☐ Sim ☐ Não ☐ Outros

9.3 – Exige-se a apresentação e licença para pratica da pesca esportiva? ☐ sim ☐ não

Se, Sim ☐ Pesca de Barranco

☐ Pesca de Barco

9.4 – Os barcos utilizados pelos turistas e piloteiros:

☐ são do empreendimento ☐ é terceirizado ☐ Pescadores ☐ outros _____

Por que? _____