

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



CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1980-654X – está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Elisângela Martins de Carvalho [1]
André Luiz Pinto [2]

INTRODUÇÃO

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

Na complexa interação dos subsistemas natural, construído, social e produtivo, o meio natural funciona como palco para as atividades socioprodutivas, que se especializam 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 apropriam da natureza e, após consumi-la, geram enorme gama de resíduos, que consistem em fontes de contaminação e poluição nos sistemas ambientais.

Daí a importância de conhecer as 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, aos quais 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 sócio-econômico, 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 área entre uma bacia e outra adjacente. (ROCHA et. al. 2000, p.1).

Assim, a dinâmica da bacia hidrográfica expressa as características de suas unidades, suas complexas interações, retratando sua dinâmica, que se espacializa e tipifica 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, foi desenvolvido um modelo teórico de riscos ambientais, que subsidiou a elaboração da carta de riscos ambientais em Bacias Hidrográficas, tendo a água como principal indicador de qualidade. Considerou-se como risco ambiental a probabilidade de processos desencadear eventos que possam comprometer a qualidade das águas, gerando reflexos aos subsistemas naturais, construídos, sociais e produtivos.

Como estudo de caso, visando avaliar a eficiência desta ferramenta de planejamento, escolheu-se a bacia do Córrego Fundo, localizada no município de Aquidauana, estado de Mato Grosso do Sul (MS), com área de 4.609 ha, drenando terrenos do Planalto de Maracaju/Campo Grande e da Depressão do Rio Aquidauana. Esta bacia está situada entre as coordenadas geográficas de 20° 23' 28" e 20° 28' 41"

de latitude Sul e entre 55° 30' 42" e 55° 41' 42" de longitude Oeste de Greenwich, a aproximadamente 12 km à montante da cidade de Aquidauana.

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.

Desse modo, necessita 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 referentes ao subsistema construído, social e produtivo foram levantadas a partir da aplicação de questionários de campo em todas as propriedades da bacia. Assim, com a preocupação de avaliar o funcionamento do sistema bacia do Córrego Fundo, identificaram-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.

METODOLOGIA

Riscos Ambientais à Qualidade das Águas

Na incessante busca do desenvolvimento, a sociedade humana promove uma gama de impactos ambientais. Esse mau uso do solo urbano e rural reflete diretamente nos recursos hídricos, acarretando prejuízos ao bem estar da sociedade. Sendo a qualidade das águas um excelente indicador de qualidade ambiental, o tipo de uso que uma determinada sociedade faz desse bem reflete o seu grau de desenvolvimento.

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

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.

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

Assim, a análise de riscos ambientais em bacias hidrográficas tem um contexto bastante peculiar, pois, tratando-se 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 sendo a água o principal elemento desse sistema. Para Ayach (2001, p. 35), “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”.

A partir do entendimento da dinâmica que rege seu funcionamento, os riscos podem ser 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.

Neste contexto, 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 01). O modelo propõe a elaboração de cartas referentes a cada elemento constituinte do subsistema, partindo da unidade, que é única, para melhor entendimento da dinâmica do sistema bacia hidrográfica, marcada por complexas interações e trocas de energia e matéria. Portanto, a partir da interação das unidades possibilita-se a construção das cartas de riscos para cada subsistema e sua sobreposição permite o entendimento da totalidade do sistema e, consecutivamente, 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 socioprodutivas serão desenvolvidas. O próprio subsistema apresenta suas fragilidades, aqui denominadas *riscos naturais*. Para Castro et al. (2005, p. 28):

A categoria de risco 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.

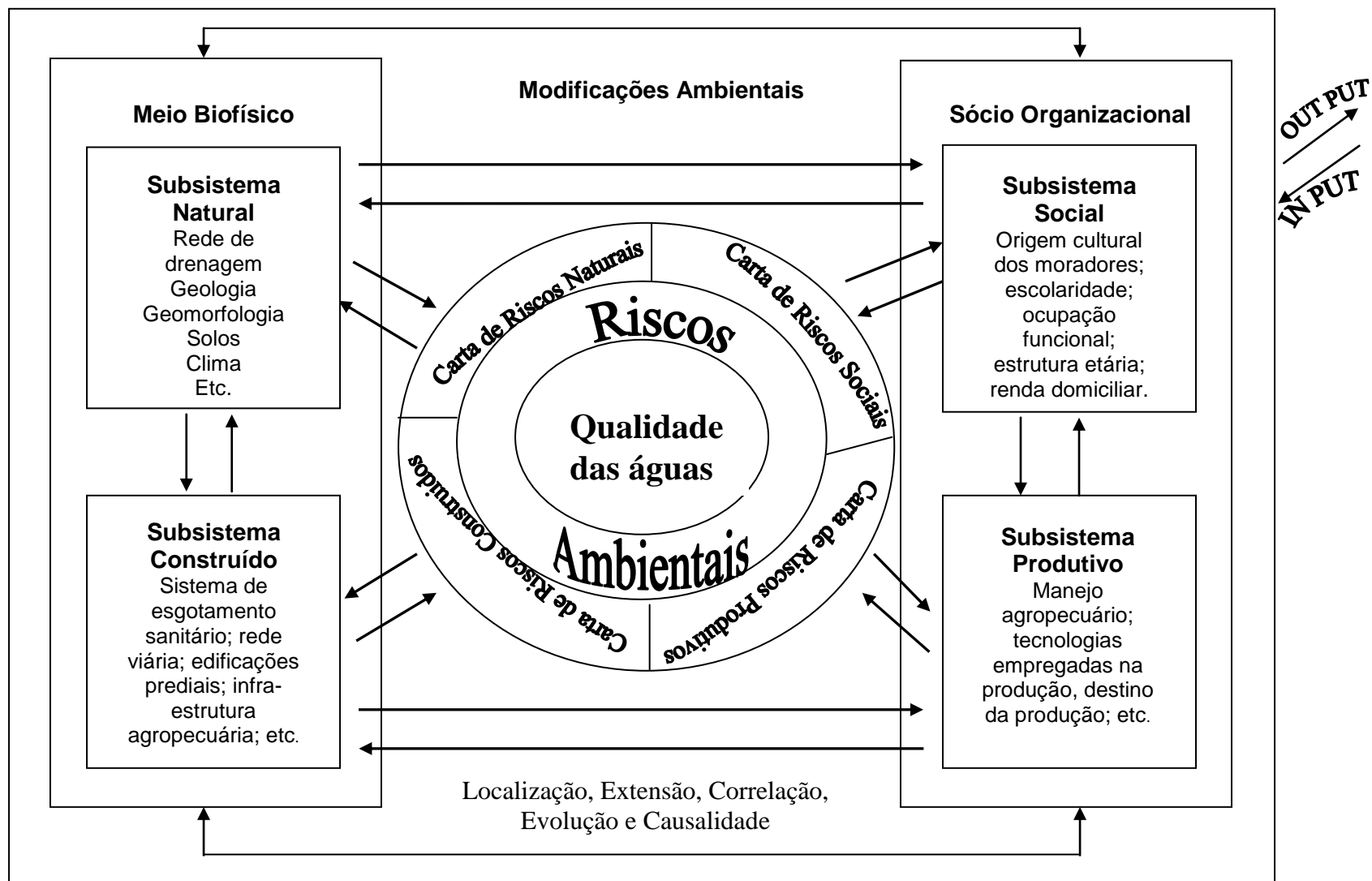


Figura 01 – Modelo Simplificado Para Elaboração da Carta de Riscos Ambientais em Bacias Hidrográficas. Fonte: CARVALHO (2007)

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.

O entendimento da unidade de cada elemento constituinte do subsistema natural, assim como a localização e extensão dos mesmos, permite o entendimento da totalidade desse subsistema, identificando as relações existentes entre os elementos e também 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.

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

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

Em relação à elaboração da carta de riscos construídos, torna-se necessário o levantamento de informações de toda a infraestrutura existente na bacia, infraestrutura essa relacionada com as atividades produtivas e sociais. A elaboração, por exemplo, de uma carta, localizando os lotes, as edificações, a infraestrutura viária, dentro de uma bacia hidrográfica, é de fundamental importância para o entendimento da sua organização socioespacial.

Nos estudos em áreas rurais, torna-se necessária a 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 e de depósitos de resíduos sólidos torna-se primordial.

A partir da elaboração de cartas temáticas, identificando o subsistema construído de uma bacia hidrográfica, torna-se possível identificar os riscos provenientes do mesmo, os quais 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, podem-se gerar cartas de risco que retratem as relações existentes dentro desse meio biofísico. Utilizando os cinco princípios de funcionamento e análise: localização, extensão, correlação, causalidade e evolução, torna-se possível o entendimento da unidade, totalidade e complexidade de tal meio (PINTO et. al. 2005, p10).

A localização de um lixão, por si só, é um risco construído. No entanto, a probabilidade de comprometimento da qualidade da água é maior quando o lixão se localiza sobre uma zona de fraqueza (falhas), em terrenos friáveis, em áreas de declividade forte, de elevada precipitação.

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 com os ambientes naturais, em especial, a 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 mesma utiliza. Como exemplo podemos citar o enterramento dos resíduos sólidos domiciliares orgânicos, com a intenção de adubação natural dos solos, que 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 mineralizar devido ao ambiente hidrogeológico favorável e se transformar em nitrato, elemento químico cancerígeno (PINTO, 1998).

Todas as características da população residente em uma bacia refletirão 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 entre os riscos construídos e os naturais indicam o grau de risco da área, permitindo sua classificação.

Em relação à 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, é elemento fundamental.

A identificação das técnicas e tecnologias de produção e manejo do solo reflete 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; propiciar o aumento do escoamento superficial e a conseqüente diminuição da infiltração; a lixiviação de nutrientes do solo; a erosão e perda de solo; a contaminação das águas, entre outros.

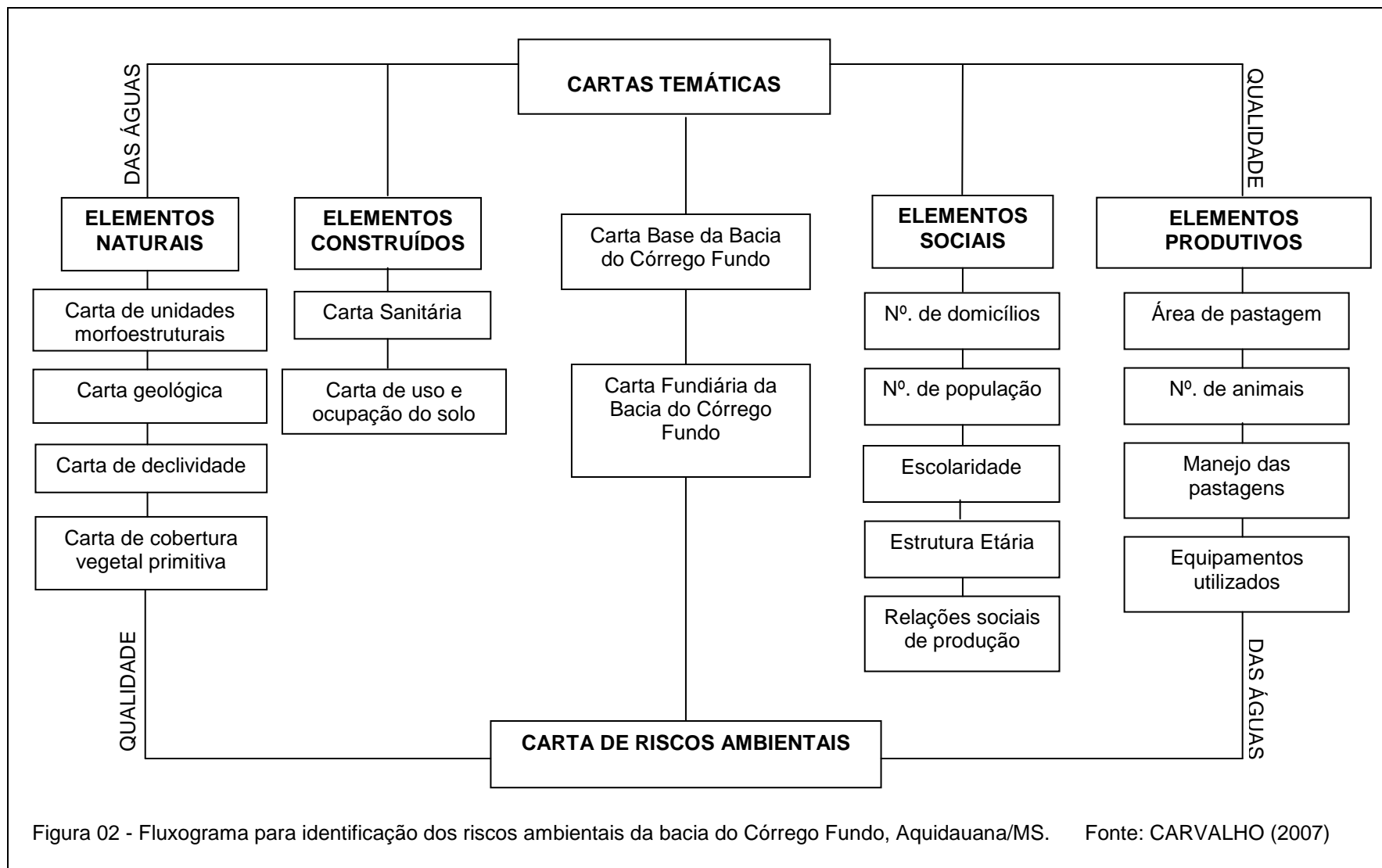
Assim, a carta de risco produtivo representa o entendimento da complexidade existente entre os elementos do sistema, já que o homem, para sobreviver no estágio

em que se encontra a sociedade de “consumo”, relaciona-se com todos os subsistemas no ato da produção, e essa organização acaba refletindo na paisagem. O modelo elaborado fundamenta-se no entendimento das partes componentes de cada subsistema, identificando os riscos inerentes a cada um deles, para que, a partir de tais informações, seja elaborada a carta de riscos ambientais.

Identificação dos Riscos Ambientais da Bacia do Córrego Fundo

Para a identificação dos riscos ambientais da bacia, foram elaboradas cartas temáticas referentes aos elementos do subsistema natural, construído, social e produtivo. Posteriormente, as cartas temáticas foram correlacionadas, permitindo a identificação e classificação dos riscos ambientais (Figura 02).

A carta base constituirá a base para a construção das demais cartas temáticas, seja do subsistema natural, construído, social ou produtivo, enfatizando-se sempre 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, para a compilação do divisor da bacia, das coordenadas geográficas, da rede de drenagem e da rede viária. Após a elaboração da carta base, foi elaborada a carta fundiária da bacia, pois necessitava-se de informações referentes ao total de propriedades na bacia, assim como a área de cada propriedade.

A partir da elaboração da carta base e fundiária, as cartas do subsistema natural foram inseridas sobre esta base, para a identificação e classificação dos riscos naturais. Assim foram elaboradas as seguintes cartas do subsistema natural: a carta de Unidades Morfoestruturais, a Geológica, a carta de Declividade e a de Cobertura Vegetal Primitiva (Figura 02).

Para a elaboração da carta de unidades morfoestruturais, foram digitalizadas as curvas de nível e, posteriormente, foi realizada a compartimentação da área. 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).

A elaboração da carta clinográfica ou de declividade deu-se a partir da carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG), Folha Aquidauana (SF 21-X-A-III), na escala de 1:100.000. As classes de declividades foram obtidas a partir do trabalho desenvolvido por Biasi (1992).

Para a elaboração da carta de vegetação primitiva, utilizou-se a imagem da câmara CCD do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres CBERS de 2006 e, através de sua interpretação, foram identificadas as áreas de vegetação natural, assim como áreas destinadas à pastagem cultivada.

Além das cartas referentes ao subsistema natural, também foram mapeadas informações do subsistema construído, sendo 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 foi utilizada a carta topográfica, sendo as informações compiladas da carta topográfica e digitalizadas. A carta de 2006 foi elaborada através da interpretação visual da imagem CBERS de 2006, sendo esta realizada através dos meios descritos por Garcia (1982) e Novo (1992).

Após a elaboração da carta de uso e ocupação do solo, elaborou-se a Carta Sanitária da Bacia, que espacializou os currais, as pocilgas, as granjas e os 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.

Para o levantamento de informações referentes aos elementos sociais e produtivos, foram aplicados questionários em todas as propriedades da bacia, buscando levantar informações a respeito das características socioeconômicas (idade, sexo, origem, escolaridade, ocupação funcional, renda, relações sociais de produção etc.), assim como da área destinada à pastagem e das demais atividades agropecuárias: tamanho das invernadas, formas de plantio e manutenção, tipo e quantidade de animais, forma de manejo dos rebanhos etc.

Para a elaboração da carta de riscos ambientais da bacia do Córrego Fundo, foi realizada a sobreposição das cartas, permitindo a identificação dos processos que podem gerar eventos, comprometendo a qualidade das águas da bacia (Quadro 01). 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, obtendo-se como

produto final uma carta de riscos naturais à qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Fundo, na escala de 1:100.000.

Quadro 01 - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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
	<ul style="list-style-type: none"> - 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
	<ul style="list-style-type: none"> - 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

	<ul style="list-style-type: none"> - Declividade entre 0 e > 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
--	--	----------------------------

RESULTADOS E DISCUSSÕES

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. Daí 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 à qualidade das águas da bacia, bem como a proposição de medidas mitigadoras, para otimizar o uso dos recursos do sistema como um todo.

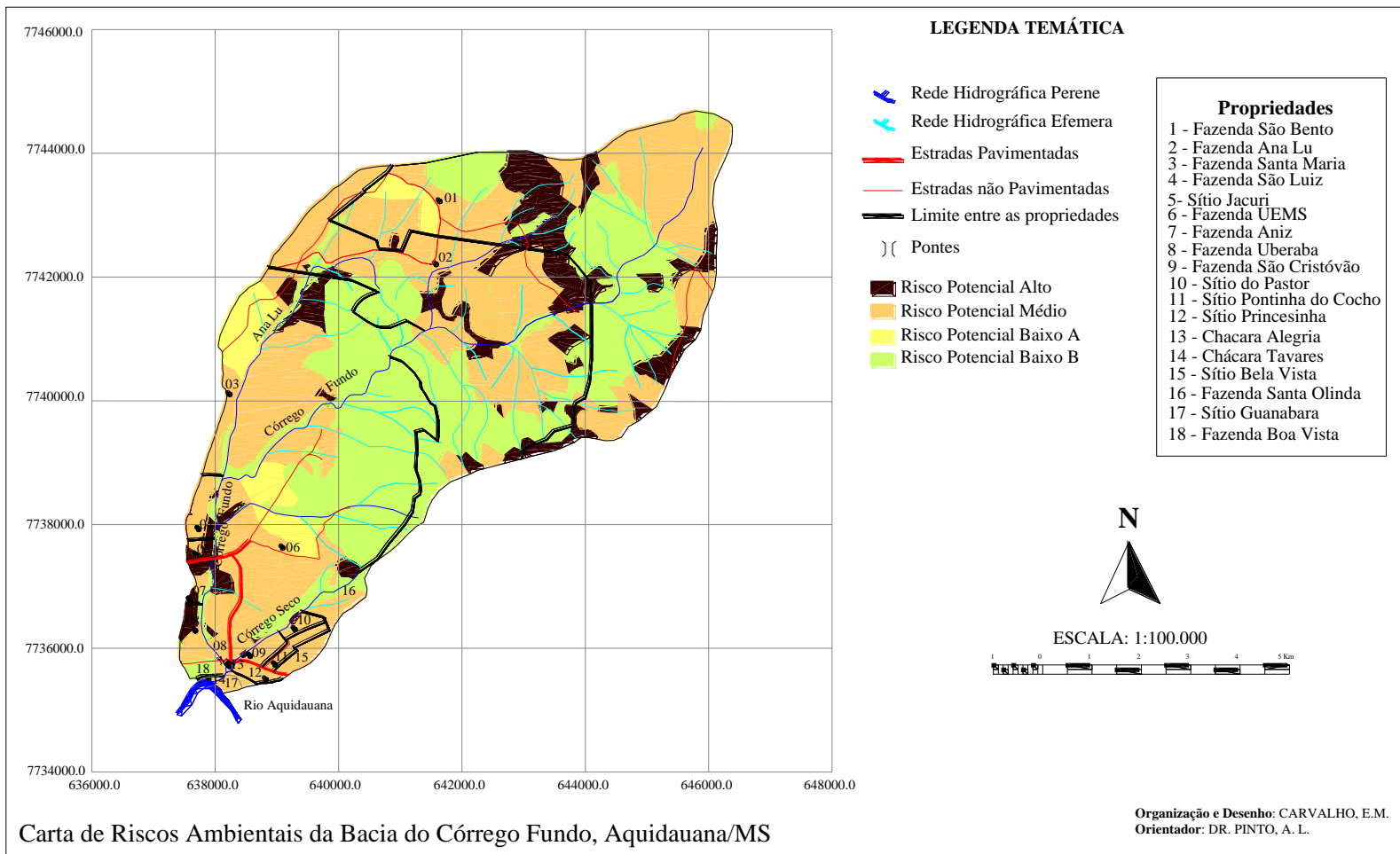
De acordo com a Figura 03, observa-se que há na bacia áreas consideradas de Risco Potencial Alto, localizando-se no alto, médio e baixo curso. Estas áreas são caracterizadas por declives que variam entre 12 e > 30%, necessitando assim de técnicas conservacionistas mais complexas para sua utilização. No entanto, são áreas ocupadas pela pastagem, mesmo às margens dos córregos, perenes e efêmeros, que deveriam ser preservadas como 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 carreamento 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.

Mesmo com baixa quantidade de animais por ha, essas áreas trazem sérios riscos à 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.

A ausência dos proprietários nas propriedades e a grande rotatividade de funcionários existentes 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.



Carta de Riscos Ambientais da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS

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.

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 observou uma diminuição no ph, oxigênio dissolvido e aumento da temperatura da água.

Assim, o trecho entre as nascentes do córrego Fundo e o ponto 01 pode ser enquadrado na classe 1, em relação às exigências feitas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), resolução 357,(BRASIL, 2005), que determina no máximo 200 coliformes termotolerantes a cada 100 mL, sendo seu uso recomendado 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.

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.

Em relação ao ponto 02, também localizado na Fazenda Ana Lu, as análises demonstraram alterações nas coletas da primavera/2005 e verão/2006, sendo enquadrado na classe 2, em relação às exigências feitas pelo CONAMA (BRASIL, 2005), que determina até 1.000 coliformes termotolerantes a cada 100 ml.

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-químicas que comprometem a sua qualidade.

No médio curso, as áreas de Risco Potencial Alto encontram-se na Fazenda Santa Maria. Esta 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.

No baixo curso, as áreas classificadas como Risco Potencial Alto são encontradas em propriedades como a Fazenda São Luiz, às margens do córrego Fundo. Além de declividade acentuada e inexistência de mata ciliar, ocorre a criação de animais confinados nas margens do córrego Fundo, em cujas instalações não há nenhuma forma de limpeza. Desse modo, quando há precipitações, todos os resíduos acabam sendo carregados 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.

O mesmo acontece na Chácara São Cristóvão, onde há a presença de um curral às margens do córrego Seco. Ali a limpeza das instalações é realizada 1 vez por semana, através de varredura, sendo que os resíduos provenientes da limpeza são lançados a céu aberto. Com a declividade bastante acentuada, esses resíduos também são carregados para o córrego (Figura 03). 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.

Na Fazenda da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), as áreas de Risco Potencial Alto se fazem presentes nas margens do córrego Fundo e Seco (Figura 03). Como a área da Fazenda UEMS é intensamente utilizada, tanto

com a pecuária como com a agricultura experimental, a pastagem cultivada é encontrada até mesmo em lugar da mata ciliar, e o fato da propriedade possuir mais de dois animais por ha constitui sérios riscos à qualidade das águas, necessitando assim de medidas corretivas, como a utilização de curvas de nível e proteção das margens dos cursos fluviais.

Nessa área, 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.

Áreas caracterizadas como Risco Potencial Médio ocupam praticamente toda a bacia (Figura 03). Caracterizadas por declividade entre 0 e 12%, e classificadas como muito boa a favorável à ocupação, não exigem técnicas conservacionistas complexas, sendo bastante 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 técnicas 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 aceleração dos processos erosivos, o assoreamento e a entrada de resíduos e sedimentos para os canais fluviais da bacia.

Na Fazenda Santa Maria a combinação de pastagem, estradas sem manutenção, pisoteio do gado ocasionam a compactação do solo e consecutiva redução de infiltração, contribuindo para o surgimento de sulcos que orientam o fluxo dos escoamentos superficiais que, com a não utilização de técnicas conservacionistas, geram erosões, perda de solo e dos recursos hídricos.

Mesmo essas áreas sendo classificadas como Risco Potencial Médio, os pontos de coleta 03 e 0 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 mata ciliar inexpressiva 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 deposição no rio Aquidauana. Na época das enchentes verifica-se o refluxo das águas do rio Aquidauana, que penetram por vários quilômetros 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 na escala Nefelométrica de Unidade de Turbidez (UNT) e os coliformes fecais elevam-se para 4.600 Número Mais Provável (NMP) por 100 ml, tornando-se não potável para o consumo humano e também não recomendada para consumo animal.

Devido à elevada carga bacteriológica e às 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.

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 esta água 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.

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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Na constante busca por promover o desenvolvimento, as sociedades humanas, rurais ou urbanas, vêm gerando crescente gama de impactos ambientais. O mau uso, ocupação, gestão e controle da terra provocam inúmeros eventos indesejáveis, que refletem na qualidade das águas. Nesse caso, o monitoramento da

qualidade das águas torna-se um excelente indicador de qualidade ambiental e importante subsídio para auxiliar na tomada de decisões e para as campanhas de educação ambiental, visando à otimização dos recursos existentes em cada subsistema e à 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. Vale ressaltar que o modelo deve ser sempre encarado como ponto de partida para a análise ambiental, pois cada sistema possui características que o individualizam e elementos com pesos diferentes, conforme sua importância no funcionamento do sistema.

Assim, 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 às matas ciliares, que acompanham os canais, não só os perenes, mas também os efêmeros.

Tais características, associadas à não utilização de práticas conservacionistas, contribuem para o surgimento de ravinas e carreamento de grande quantidade de sedimentos e resíduos para os córregos.

As áreas consideradas como de Risco Potencial Médio ocupam grande parte da bacia e, por possuírem 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.

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, os quais não dependem financeiramente da propriedade, e também da alta rotatividade dos funcionários, que em média permanecem apenas 3 meses em seus empregos, devido à dificuldade de transporte, aos baixos salários e à falta de pontualidade de seus pagamentos.

Essa rotatividade gera a contratação de funcionários não qualificados e descontentes, sem identidade com a terra e com os empregadores, que acabam desenvolvendo formas não adequadas de utilização do solo e dos recursos hídricos da bacia, acarretando riscos de perda de solo e de sua fertilidade, e da qualidade das águas.

Como a bacia hidrográfica é um sistema aberto, as 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 SANESUL, que abastece a cidade de água.

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 à otimização integral de seus recursos, à produção de ambientes mais sustentáveis, propiciando ainda a melhoria da qualidade de vida de todos os segmentos inseridos nesse sistema.

REFERÊNCIAS

AYACH, L. R. **Implicações sócio-econômicas e sanitárias na qualidade das águas freáticas da cidade de Anastácio – MS**. 2001. 110 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2001, Aquidauana.

BIASI, M. De A carta clinográfica: métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia. USP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas**, São Paulo, n. 6, p. 45-60, 1992.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Brasília, DF, 2005.

CARVALHO, E. M. **Riscos ambientais em bacias hidrográficas**: um estudo de caso da bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS. 2007.160 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2007, Aquidauana.

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, p. 11-34, 2005.

CRUZ, G. B. **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. Trabalho de conclusão de Curso (Especialização em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2003, Aquidauana.

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

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

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.

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. **Saneamento básico e suas implicações na qualidade das águas subterrâneas da cidade de Anastácio/MS**. IGCE/ UNESP Rio Claro/SP, 1998, 175 p. (Tese de Doutorado em Geociências).

ROCHA, O; PIRES, J. S; SANTOS, J. E. dos. **A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento**. In: A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho. Uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. Espindola, E. L. G; SILVA, J. S. V; MARINELLI, C. E.; ABDON, M. M. (Org.). São Carlos: RIMA, 2000. P. 1 a 25.

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**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 9-39, jul/dez., 1995.

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, caracterizados 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, a 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 se utilizam de suas águas superficiais e subterrâneas. A principal atividade socioprodutiva 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, a mesma está 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, o qual 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. Os mais graves foram: 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.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Modelo Sistêmico. Cartas Temáticas. Uso e Ocupação do solo. Qualidade das Águas. Riscos Ambientais.

ABSTRACT

The dynamic of the hydrographic basins is expressed by the interaction of the natural, constructed, socio-economic and productive subsystems that portrays the principles of unit, complexity and totality, characterized by 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, at the east of the city. The basin occupies an area of 4.609 hectares, which drain lands from Plateaus of Maracajú/ Campo Grande in direction to the depression of the river Aquidauana, covering 14 properties that use its superficial and underground waters. The main social and productive activity that is developed in the basin is the extensive cattle cutting, for the fattening. Developed with Nelore animals of high ancestry, however with inadequate handling of the cattle and the soil and disrespect to the areas of permanent protection, it is compromising the quality of waters of the basin. To contribute to the equation of this ambient disequilibrium, the ambient risks to the quality of superficial waters of the basin were identified from the systemic functional model, which demonstrates the flows of energy and matter, and its interactions. From the survey of the elements of the biophysical ambient and the application of field questionnaires, thematic letters were elaborated, characterizing the elements of the natural, constructed, social and productive subsystems, allowing, with their overlaps, the identification and classification of the ambient risks of the basin. The most serious were: the substitution of the native bush for the cultivated pasture, in areas with superior declivities 30%, the deficient use of conservation 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 the carriage of sediments and residues to the fluvial channels, compromising the physical, chemical and biological parameters of the waters.

Key words: Hydrographic Basin. Systemic Model. Thematic Maps. Use and Occupation of the Soil. Quality of Waters. Environmental Risks.

Informações sobre os autores:

[1] Elisângela Martins de Carvalho – <http://lattes.cnpq.br/5349957210819360>
Técnica do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana. Doutoranda em Geografia, UNESP, Rio Claro-SP.
Contato: carvalhoufms@hotmail.com

[2] André Luiz Pinto – <http://lattes.cnpq.br/7915032061706548>
Professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas.
Contato: andreluiz@ceul.ufms.br