

RISCOS NATURAIS E CARTA DE RISCOS AMBIENTAIS: UM ESTUDO DE CASO DA BACIA DO CÓRREGO FUNDO, AQUIDAUANA/MS

André Luiz Pinto
Professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas
andreluiz@ceul.ufms.br
Elisângela Martins de Carvalho, MSc.
Técnica do Laboratório de Geoprocessamento
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Aquidauana
carvalhoufms@hotmail.com
Priscila Vargas da Silva, MSc.
Professora substituta
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Aquidauana
pricilao@iq.com.br

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, que se caracterizam por 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 drena terrenos do Planalto de Maracaju/ Campo Grande em direção à Depressão do rio Aquidauana, englobando 14 propriedades que utilizam suas águas superficiais e subterrâneas. A principal atividade sócio-produtiva desenvolvida na bacia é a pecuária extensiva corte. Esta atividade aliada à deficiência de práticas conservacionistas estão comprometendo a qualidade das águas da bacia. Assim a presente pesquisa identificou os riscos naturais, considerando a qualidade das águas superficiais da bacia, como indicador principal de qualidade ambiental, a partir da elaboração de modelo sistêmico de funcionamento, que demonstre os fluxos de energia e matéria, e suas interações. A partir desse modelo, foram elaboradas cartas temáticas, caracterizando os elementos do subsistema natural e permitindo com a sobreposição, a identificação e classificação dos riscos naturais da bacia. Como resultado observou-se a substituição da mata nativa pela pastagem cultivada, mesmo em áreas com declives superiores a 30%, além de que apenas 21% dos estabelecimentos rurais da bacia utilizam-se de práticas conservacionistas de uso do solo. Tal problemática contribui para a perda de solo e carreamento de sedimentos e resíduos da atividade pecuária para o córrego, influenciando nas características físicas, químicas e biológicas de suas águas. Necessitando assim de mecanismos de reordenamento do uso de seus solos, visando minimizar danos ambientais na bacia e na cidade de Aquidauana, pois sua foz localiza-se a cerca de 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.

Palavras Chaves: Riscos naturais. Sistema bacia hidrográfica. Cartas temáticas.

Abstract

The dynamics of the hydrographic basins is express for the interaction of the subsystems natural, constructed, socio-economic and productive, that portray the principles of unit, complexity and totality, that if characterize for its localization, extension, to correlation, evolution and casuality, 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. 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, comprises 14 properties that use its superficial and underground waters. The main developed partner-productive activity in the basin is cattle the extensive one cut. This activity allied to the deficiency conservacionists are compromising the quality of waters of the basin. Thus the present research identified the natural risks, considering to the quality of superficial waters of the basin, as main indicator of ambient quality, from the elaboration of systemic model of functioning that demonstrates to the flows of energy and substance, and its interactions. With this model, thematic letters (or maps) had been elaborated, characterizing the elements of the natural subsystem and allowing with the overlapping, the identification and classification of the natural risks of the basin. As result observed it substitution of the native forest for the cultivated pasture, exactly in areas with superior declivities at 30%, beyond that only 21% of the agricultural establishments of the basin are used conservacionists practise of use of the ground. Such problematic one contributes for the loss of the ground and carry of sediments and residues of the cattle breeding business for the stream, influencing in the physical, chemical and biological characteristics of its waters. Thus needing a new ordering mechanisms of the use of its ground, aiming at to minimize ambient damages in the basin and the city of Aquidauana, because the mouth of Deep Stream (Córrego Fundo) is situated therefore about 8 km to total amount of the point of captation of the Company of Basic Sanitation of South Mato Grosso - SANESUL, that supplies the city with water.

Key-Words: Natural risks. Hydrographic system. Basin. Thematic letters.

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, acarretando em prejuízos ambientais e sociais. Portanto, qualquer intervenção nos sistemas ambientais, deve ser precedida de diagnóstico, avaliação de impactos e de proposição de medidas mitigadoras. Fundamentais para a compreensão das complexas interações existentes entre seus componentes, expressando sua totalidade e prognóstico de riscos potenciais, que devam ser evitados ou controlados, em casos extremos, fomentados os impactos positivos para o meio ambiente de forma geral, considerando a sustentabilidade como princípio filosófico e de vida, e não na etimologia da palavra “sustentar - manter”.

A prática de atividades rurais sem o emprego de práticas conservacionistas de uso, de ocupação e de manejo do solo, e sem considerar a capacidade de suporte do meio físico, vem provocando crescentes e desastrosos desequilíbrios nos sistemas ambientais. Christofolletti (1987, p. 123) afirma que “*ao romper o equilíbrio do sistema natural, outros componentes do meio físico e socioeconômico tendem a se modificar*”.

Assim o subsistema natural, ao sofrer impactos, se espacializam na paisagem e irradiam transformações para todo o sistema. Transformações estas, que ocorrem cada vez mais rápidas, no atual estágio da sociedade capitalista de consumo. Mostrando a importância do conhecimento das características naturais do sistema bacia hidrográfica e de seus riscos potenciais e presentes, para subsidiar o seu planejamento, ordenamento e gestão, não se perdendo de vista a sua totalidade.

Para Pires; 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, com a preocupação em avaliar o funcionamento dinâmico do sistema bacia do Córrego Fundo, localizada no município de Aquidauana, que abrange área de 4.609 ha, que drena terrenos do Planalto de Maracaju/Campo Grande em direção a Depressão do Rio Aquidauana, identificaram-se os riscos naturais, a partir de modelo sistêmico de funcionamento, que demonstra os fluxos de energia e matéria, e suas interações, tendo como principal indicador de qualidade ambiental, a qualidade das águas.

A Bacia abrange 14 propriedades que utilizam suas águas superficiais e subterrâneas para o abastecimento domiciliar e para as atividades produtivas. A principal atividade produtiva desenvolvida na bacia é a pecuária extensiva bovina para engorda de corte, que vem substituindo a mata nativa (Cerrado e Floresta Semi-decidual de Encosta) pela Pastagem Cultivada (Braquiária), mesmo em áreas destinadas pela legislação para preservação permanente, como as matas ciliares e as encostas com mais de 30% de declividade, tornando estes terrenos desprotegidos contra a ação dos processos morfogênicos.

Os desequilíbrios ambientais gerados pelo não uso de práticas conservacionistas, em terrenos com alta porosidade, derivados da Formação Aquidauana, que recobrem a bacia e a destruição das matas ciliares, geram contaminação de suas águas e o enquadramento da foz da bacia na classe 4 do CONAMA (BRASIL, 2005), que impõem severas restrições ao seu uso. Necessitando a adoção de mecanismos de reordenamento de seus usos e manejos, visando minimizar danos ambientais presentes, que tendem a se agravar e que afetam a qualidade das águas da cidade de Aquidauana, pois a foz do córrego Fundo localiza-se 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 água.

Metodologia

Contribuições da Abordagem Sistêmica na Identificação dos Riscos Ambientais

As diversas formas de uso e ocupação do solo podem intensificar uma série de processos que, podem gerar: erosão, assoreamento, contaminação das águas, do solo e do ar, perdas culturais e de qualidade de vida. Necessitando assim, de informações referentes ao meio biofísico e sócio organizacional, para se considerar de forma integrada as restrições, susceptibilidades e vocação do uso do solo, urbano e rural, otimizando seu uso e minimizando os impactos ambientais, alterando o mínimo possível o frágil equilíbrio dinâmico dos sistemas como um todo.

Tricart (1976, p. 19) afirma que o conceito sistema é o melhor instrumento lógico de que se dispõe 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.

Para operacionalizar-se uma análise sistêmica é importante compreender a interação entre os princípios básicos de unidade, de totalidade e de complexidade do sistema. Como unidade

entendendo os elementos ou partes do sistema e a totalidade como a soma dos elementos, ou conjunto das partes. A complexidade vem a ser então, a quantidade de elementos, a forma e a 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.

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 conhecem as interações existentes, assim como o peso, a importância de cada elemento, e as influências internas e externas ao sistema, tornam-se possível propor formas de uso e ocupação do solo, minimizando os impactos ambientais.

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 01**).

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; Chorley (1975, p. 4) 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 Christofolletti (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, a infra-estrutura de acesso, a 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, a pecuária, a suinocultura, a ovinocultura, o turismo; e as atividades não-econômicas que são exercidas pela agropecuária de subsistência familiar e por outras atividades informais da economia.

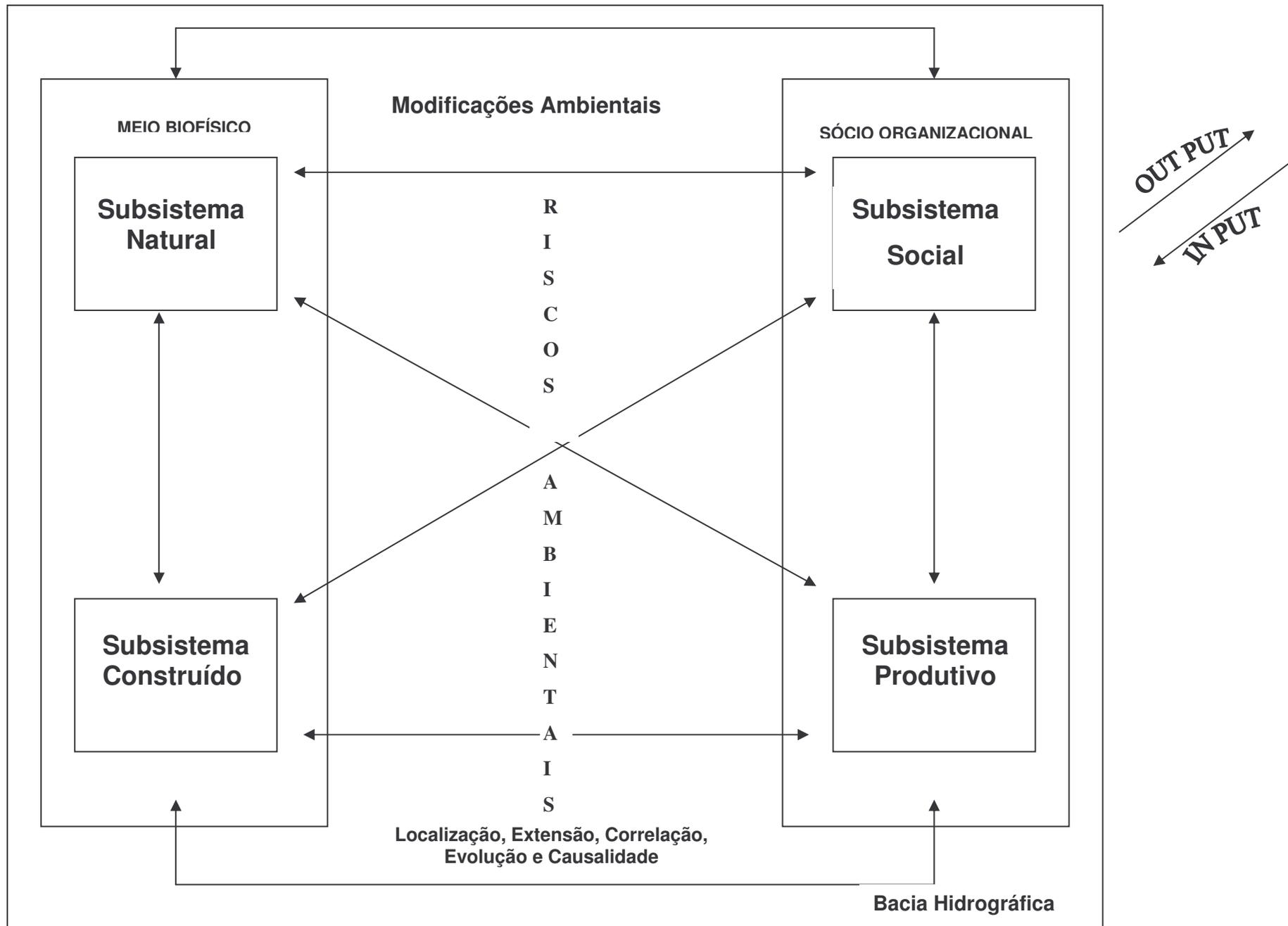


Figura 01 – Modelo de Riscos Ambientais em Bacias Hidrográficas

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, também 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.

O sistema biofísico, que corresponde à matéria é moldado e/ou modificado através da energia promovida de dentro e de fora do sistema, tanto vinculados aos subsistemas naturais, como 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 (*input* e *output*), 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 cinco princípios de análise e funcionamento, apontados por Silva; 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 evento, elemento e/ou sistema ocupa, compreendendo a extensão do elemento, consegue-se identificar alguns atributos, como o peso (relevância), características, etc. E a partir da extensão do evento, dos elementos e do sistema, pode-se mensurar o seu tamanho, assim como o espaço que este ocupa, dentro de um sistema maior.

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 e trocas. E 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, lei de causa e efeito, que corresponde aos fluxos de energia atuantes na correlação dos elementos, provoca modificações ambientais, caracterizando assim a evolução do sistema.

Essas correlações acontecem de acordo com a localização e extensão dos elementos ou dos eventos.

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.

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

Assim, tomando como base os cinco princípios científicos de análise (localização, extensão, evolução, correlação e causalidade), entende-se que a interação entre o meio biofísico com o meio sócio-organizacional conduz como consequência lógica, a alterações ambientais. Sendo que as inter-relações diretas entre os subsistemas social e produtivo, materializam-se no campo dos modos de produção e consumo, e de disposição dos resíduos, gerando riscos ambientais, que se espacializam na paisagem, pela interação com os subsistemas natural e o construído.

Na presente proposta, os riscos ambientais correspondem à probabilidade de processos desencadearem eventos, ocasionando a contaminação ou poluição tanto das águas superficiais como subterrâneas, acarretando em consequências ambientais, sociais e produtivas.

Assim, a partir do levantamento de informações, análise e entendimento das correlações (energia e resistência) existentes entre os diferentes elementos constituintes de cada subsistema, torna-se possível a elaboração de carta de riscos ambientais, sendo esta resultante, das diversas formas de organização social frente à fragilidade natural da área.

A Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo dos Riscos Ambientais

A análise de riscos ambientais em bacias hidrográficas tem um contexto bastante peculiar, pois em se tratando de 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 se considerar a água como principal indicador de qualidade desse sistema.

Ayach (2001, p. 35) afirma que *“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 antrópicas”*.

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” (BRASIL, 1997).

Dessa forma, a bacia hidrografia, formada por complexa interação de elementos, dos subsistemas natural, construído, social e produtivo, reflete a dinâmica dos fluxos de energia e resistência, na sua paisagem e na composição de seus recursos hídricos, sobressaindo-se a energia antrópica.

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 principal indicador dos riscos ambientais e de qualidade ambiental desse sistema, metodologicamente apresentado pelo modelo a seguir, (**Figura 02**).

O modelo divide os riscos ambientais 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 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 em que 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: edificações prediais, infraestrutura viária, infraestrutura 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, prejudicar 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., tornam-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, pode contribuir para o risco de contaminação das águas.

Fatores como escolaridade e valores culturais da população podem contribuir para a geração dos riscos. Por exemplo, a prática de enterrar os resíduos sólidos (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 e a queimada das pastagens.

- **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. 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.

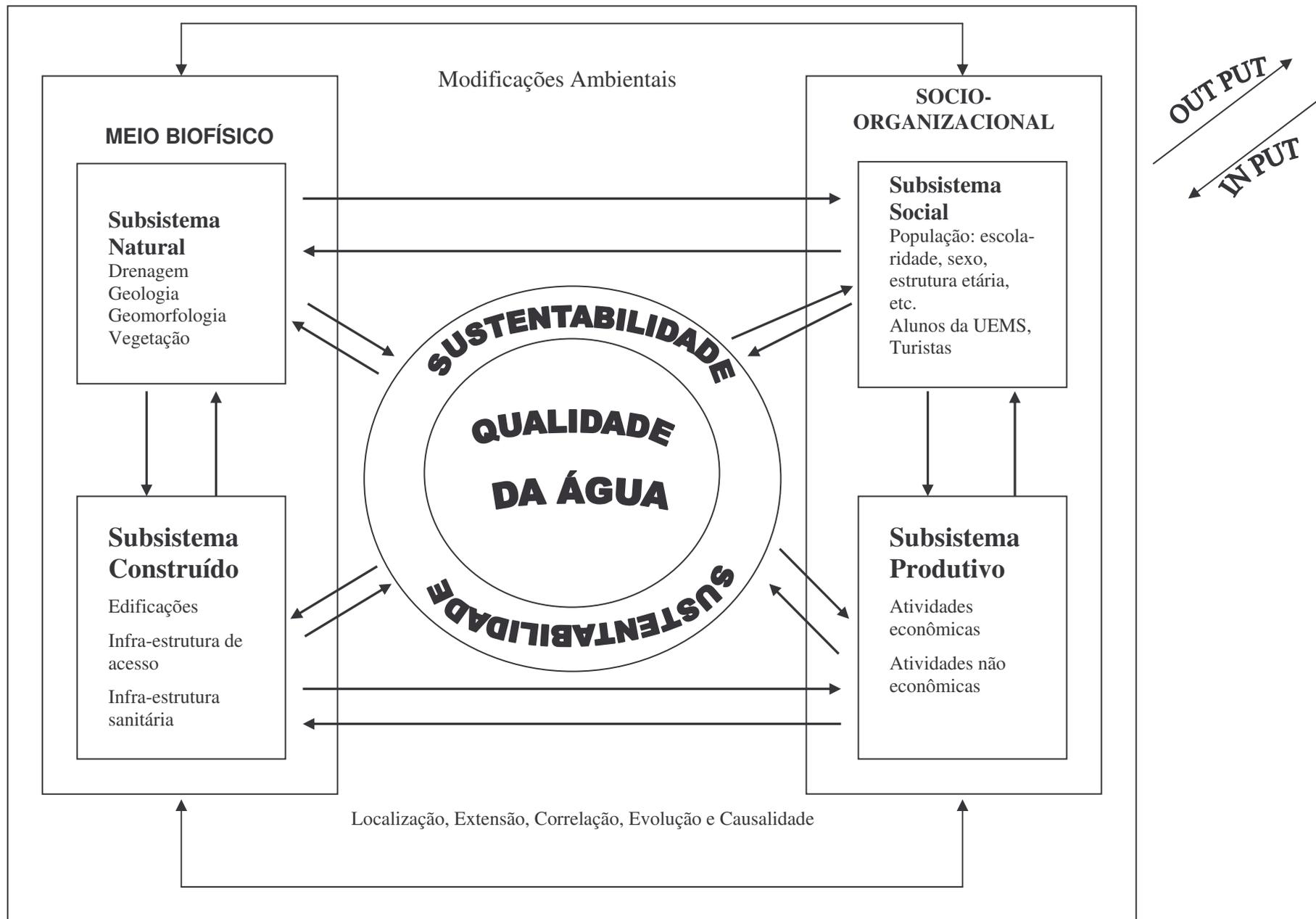


Figura 02 – Modelo Simplificado de Funcionamento, Gerenciamento e Controle de Bacias Hidrográficas.

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, que recebe influências e influencia os 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.

Assim, a presente proposta visa, a partir do modelo proposto, identificar os riscos naturais da bacia do córrego Fundo, tendo como principal indicador de qualidade ambiental, a qualidade de suas águas superficiais, subsidiando assim, a elaboração da carta de riscos ambientais da bacia.

Identificação dos Riscos Naturais da Bacia do Córrego Fundo

Para a identificação dos riscos naturais da bacia foram elaboradas cartas temáticas referentes aos elementos do subsistema natural. Posteriormente as cartas temáticas foram correlacionadas, permitindo a identificação e classificação dos riscos (**Figura 03**).

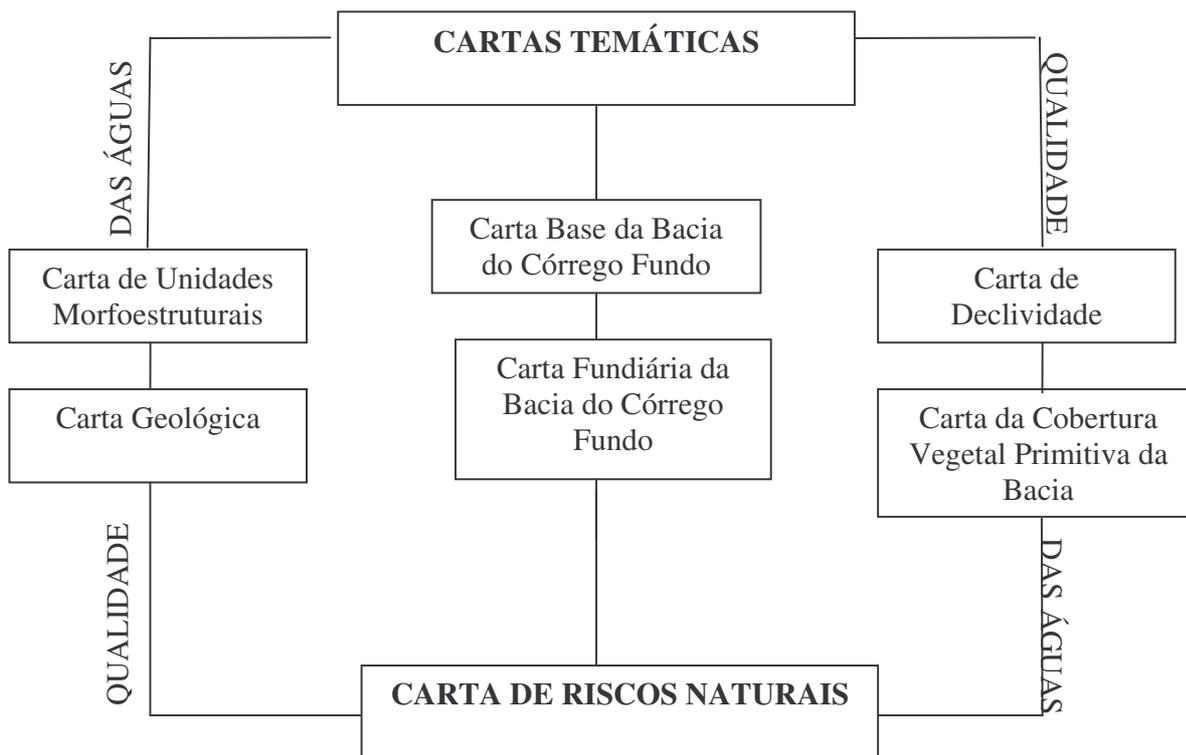


Figura 03 - Fluxograma das Cartas Temáticas Elaboradas para Identificação dos Riscos Naturais da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS.

A carta base constituirá a 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.

Após a elaboração da carta base, foi elaborada a carta fundiária da bacia, pois se necessitava de informações referentes ao total de propriedades na bacia, assim como a área de cada propriedade.

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.

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. Assim foram elaboradas as seguintes cartas do subsistema natural: A carta de Unidades Morfoestruturais, Geológica, Declividade e Cobertura Vegetal Primitiva.

Para a elaboração da carta de unidades morfoestruturais, foram digitalizadas as curvas de nível e posteriormente foi realizada a compartimentação da área no programa AutoCad R14.

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 a 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.

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 a partir do trabalho desenvolvido por De Biasi (1992), por meio da fórmula:

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

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.

Para a elaboração da carta de vegetação primitiva, utilizou-se a imagem Cbers de 2006 e através de sua interpretação foram identificadas as áreas de vegetação natural, assim como áreas destinadas à pastagem cultivada.

Também foram coletadas informações referentes ao clima da região, pois o mesmo contribui de forma contundente para o entendimento da dinâmica desse sistema, marcando a entrada, a interação e a saída da água desse sistema pelo ciclo da água.

Para a carta de qualidade das águas da bacia utilizou-se dos trabalhos de Darbello (2006), para águas superficiais, e de Cappi; Pinto (2003) para águas subterrâneas.

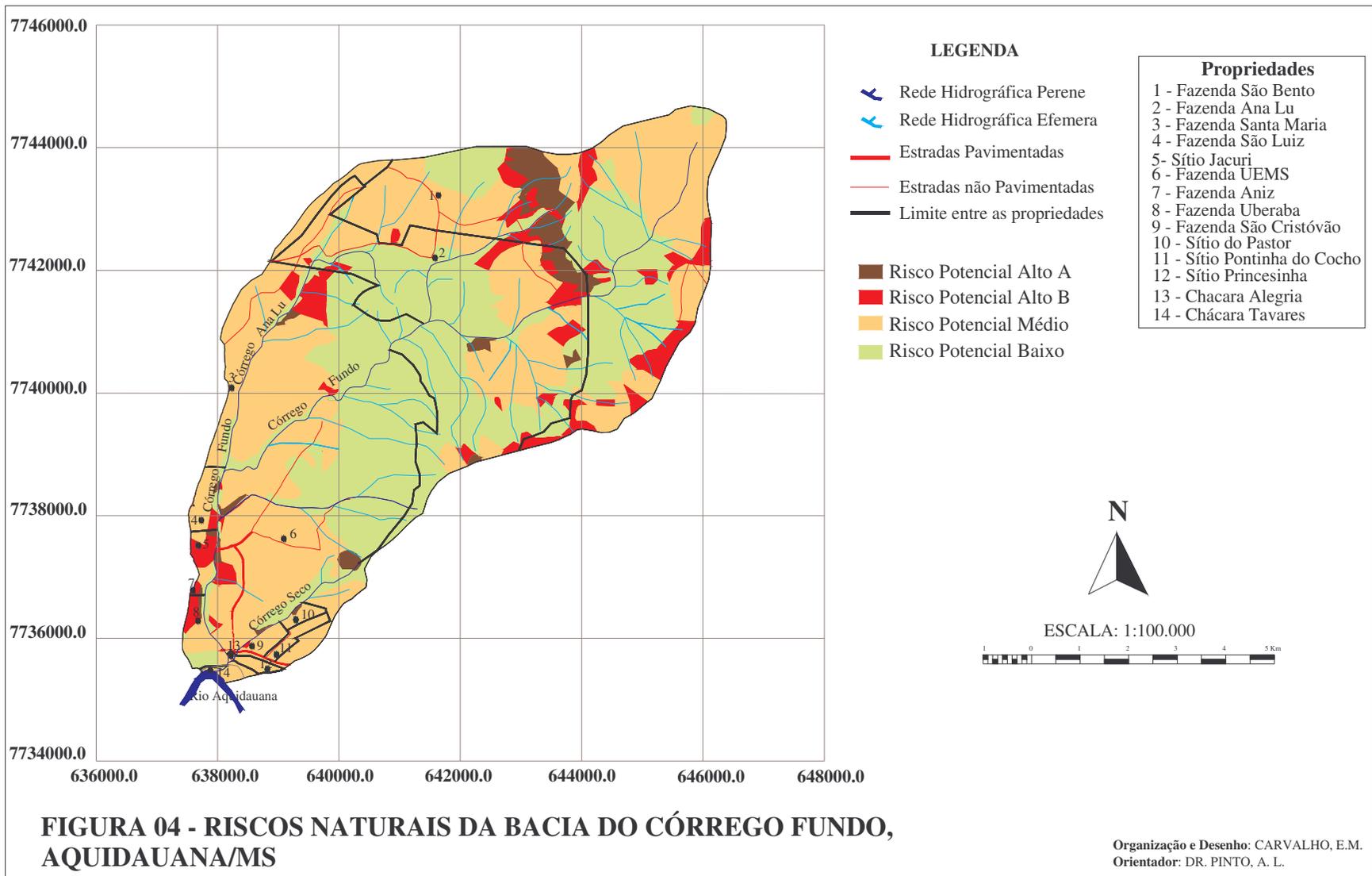
A partir da sobreposição das cartas buscou-se identificar os processos, sendo estes situações naturais ou antrópicas que podem deflagrar um evento, sendo que esse processo pode ser de ordem natural, como declividade acentuada, zonas de falhas, bem como procedimentos das atividades humanas, como a retirada da vegetação natural em áreas com declives acentuados e as matas ciliares. Esses processos podem gerar eventos como o carreamento de sedimentos e resíduos provenientes da atividade pecuária para os cursos d'água.

Partindo desse princípio, a partir da sobreposição das cartas foram identificadas áreas onde processos naturais podem causar eventos gerando conseqüências para a qualidade das águas (**Quadro 01**).

Quadro 01 - Eventos e Processos Relacionados aos Riscos Naturais da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS.

Eventos	Processos	Categoria do risco
Carreamento de sedimentos e resíduos para os cursos de água, provenientes da atividade pecuária.	- Declividade >30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Inexistência de cobertura vegetal primitiva - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência Mata ciliar	Risco Potencial Alto A
	- Declividade 12 e30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Inexistência de cobertura vegetal primitiva - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência Mata ciliar	Risco Potencial Alto B
	- Declividade entre 0 a 12% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Inexistência de cobertura vegetal primitiva - Presença de rede de drenagem perene e efêmera - Inexistência de mata ciliar	Risco Potencial Médio
	- Declividade entre 0 a > 30% - Formação Aquidauana e/ou Coberturas Superficiais Detríticos-Lateríticos - Presença de cobertura vegetal - Área de moraria	Risco Potencial Baixo

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 como produto final uma carta de riscos naturais à qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Fundo, na escala de 1:100.000 (**Figura 04**).



Resultados e Discussões

A partir da **Figura 04**, observa-se que as áreas consideradas como de Risco Potencial Alto A, localizam-se principalmente no alto curso da bacia, 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 também são caracterizadas por não possuir a cobertura vegetal primitiva, sendo 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 e a não existência de mata ciliar, tendo as suas águas enquadradas nas classes 2 e 3 do CONAMA (BRASIL, 2005).

Na Fazenda São Bento, existe a maior concentração dessa classe de risco, principalmente cortando os córregos que sem a proteção da mata ciliar, declividade acentuada e precipitação elevada nos meses de janeiro e fevereiro, geram maior dissecação e transporte de sedimentos, carreados para os canais fluviais, formando na foz com o Rio Aquidauana, grande cone de dejeção.

No baixo e médio curso, áreas com Risco Potencial Alto A também são encontradas, principalmente nas margens do córrego Fundo e Seco (**Figura 04**), 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, enquadrando-se na classe 3, em sua grande maioria e no Sítio Tavares na foz, na classe 4.

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 possuem problemas de conservação, necessitando assim, de práticas conservacionistas mais intensas.

Simielli (1981, p. 43) 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.

A partir da **Figura 04**, 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, que trazem sérios riscos a qualidade das águas, que apesar desse grande risco, enquadra-se na classe 2.

Nas demais propriedades, existe 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, assim, na qualidade de suas águas.

As áreas consideradas como Risco Potencial Médio são aquelas que possuem declividade entre 0 e 12% classificadas como muito boa a favorável a ocupação, caracterizadas 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, contudo suas águas se enquadram nas classes 2 e 3, devido à carga contaminante que migra de montante.

Já as áreas classificadas como favoráveis à ocupação representam terrenos com ondulações suaves, favorável à ocupação e ao cultivo, com utilização de técnicas menos complexas de conservação do solo, porém marcadas por ravinas e pequenas erosões, orientadas pelo pisoteio do gado, em latossolos com textura arenosa.

A classe de risco potencial médio ocupa tanto o baixo, o médio e o alto curso (**Figura 04**) e como não necessitam de técnicas 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 de Risco Potencial Baixo 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, classe 1, principalmente porque a interferência antrópica nessas áreas é menor.

A combinação desses processos naturais contribui 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) e construções provenientes de tais atividades.

Considerações Finais

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 naturais 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 partir da carta de riscos naturais da bacia do Córrego Fundo, observa-se a substituição da vegetação nativa pela pastagem, mesmo em áreas com declives superiores a 30%, sendo que, estas

deveriam ser destinadas a preservação permanente, como também, as matas ciliares que acompanham os canais, não só os perenes, mas também os efêmeros.

Tais características associadas a não utilização de práticas 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 de seu solo, refletindo na qualidade de suas águas, que já se enquadram nas classes 2 e 3.

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 há necessidade 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 trata-se de um sistema aberto, as concentrações de contaminantes que comprometem a qualidade das águas da bacia, que na sua foz chega-se a classe 4, influenciam na qualidade da água bruta que é captada, acarretando maior custo e tempo de tratamento, refletindo diretamente na qualidade de vida da população de Aquidauana. Pois a foz do córrego Fundo localiza-se a apenas 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.

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.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **PCBAP: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal)**. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **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.

CAPPI, N., PINTO, A. L. Qualidade das águas subterrâneas das bacias dos Córregos Fundo e Santa Maria, Aquidauana/MS. In: MORETTI, E. C.; CALIXTO, M. J. M. **Geografia e produção regional: sociedade e ambiente**. Campo Grande, MS: Editora da UFMS, 2003.

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

CHRISTOFOLETTI, A. A significância da teoria de sistemas em geografia física. **Boletim de Geografia Teórica**, Rio Claro, v.16/17, n. 31/34, p. 119-128, 1987.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

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.

DE BIASI, M. 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.

HAGGETT, P.; CHORLEY, R. J. Modelos, paradigmas e a nova geografia. In: HAGGETT, P.; CHORLEY, R. J. **Modelos físicos e de informação em geografia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. p. 1-19.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, p. 40–45, 1995.

SILVA, J. X.; SOUZA, M. J. C. **Análise ambiental**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1996.

SIMIELLI, M. E. R. **Variação espacial da capacidade de uso da terra**: um ensaio metodológico de cartografia temática, aplicado ao município de Jundiáí-SP. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1981.

TRICART, J. L. F. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 215, p. 15 – 46, out./dez, 1976.

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.