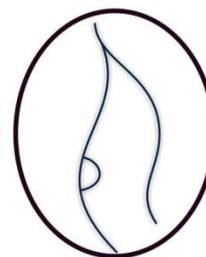




INTERFACE
ISSN 1806-6062



nemad.webnode.com - Interface, Edição número 06, maio de 2013

Perspectivas da avaliação de riscos ambientais em bacias hidrográficas

Elisângela Martins de Carvalho¹
Emerson Figueiredo Leite²

Resumo

O crescente uso dos recursos naturais, sem planejamento adequado pode provocar impactos ao meio natural e à qualidade de vida da sociedade, necessitando assim de estudos para a compreensão desses processos e a adoção de medidas mitigadoras para minimizá-los. Por essa razão, as diversas formas de uso, ocupação e manejo do solo, aliada a fragilidade do ambiente natural, sem seu conhecimento prévio, podem gerar inúmeros riscos ambientais, sendo estes, na presente proposta, à probabilidade do comprometimento da qualidade das águas superficiais em função do uso e ocupação do solo. Neste contexto, diversos trabalhos propõem a utilização da bacia hidrográfica, considerando a diversidade de elementos que podem ser analisados e integrados, bem como, a crescente preocupação com a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas. Dessa forma o presente artigo tem como objetivo caracterizar algumas definições de risco e a abrangência de suas aplicações, bem como, enfatizar as análises em relação aos riscos ambientais à qualidade das águas superficiais em bacias hidrográficas. Palavras Chaves: Bacia Hidrográfica, Riscos Ambientais, Qualidade das Águas.

Abstract

The increasing use of natural resources without proper planning can cause impacts to the natural environment and to the quality of life of the society, therefore requiring studies for a better understanding of these processes and the adoption of mitigation measures to minimize them. For this reason, the several forms of use, occupation and soil management, combined with the fragility of the natural environment, without its prior knowledge, can generate numerous risks, which are, in this proposal, the probability of commitment of surface water quality depending on the use and occupation of the soil. Thus, several papers propose the use of the river basin considering the diversity of elements that can be analyzed and integrated, as well as the increasingly concern about the quality and amount of surface and groundwater. Therefore this paper aims to characterize the risk definitions and the scope of its applications, as well as hang the analyzes in relation to the environmental risks to the quality of surface water in watersheds.

Keywords: Watershed, Environmental Risks, Water Quality.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, carvalhoufms@hotmail.com;

² Universidade Federal do Tocantins, figueiredo_geo@uft.br.

1. Introdução

A ocupação de áreas sem o conhecimento prévio de suas suscetibilidades e restrições de uso podem comprometer os recursos naturais, entre eles, o solo e a água. Nesse sentido, estudos integrados que visem diagnosticar as condições do ambiente natural, identificando suas potencialidades e usos indicados, avaliando, também, a dinâmica do uso do solo, podem contribuir para o ordenamento do uso, ocupação e gestão sustentável de bacias hidrográficas.

Diversos trabalhos propõem a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo, considerando a diversidade de elementos que podem ser analisados e integrados, assim como a crescente preocupação com a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas.

Rocha et. al. (2000, p. 01) caracteriza a bacia hidrográfica através da diversidade de elementos que a compõem, ressaltando não só os condicionantes naturais como também a dinâmica socioeconômica, salientando que a mesma corresponde a:

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

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

Os estudos relacionados a risco se desenvolvem em diversas linhas, como salientam Marandola Jr.; Hogan (2004, p. 25) "o termo risco é entendido de diversas maneiras e seu estudo é orientado a partir de diferentes pressupostos ontológicos, envolvendo diferentes posturas metodológicas e aplicações".

Para os referidos autores as diferentes abordagens e tendências não estão organizadas por disciplinas, mas por grandes linhas de investigação (ou orientação), que compreendem uma posição ontológica diante do risco e um recorte analítico e complementar. Estas grandes abordagens são: (1) Avaliação e Gestão do Risco (que é a Análise do Risco); (2) Percepção do Risco (intimamente relacionada à abordagem cultural do risco); (3) Eventos e Sistemas Ambientais; e (4) Sociedade de Risco.

Nesse sentido Dagnino; Carpi Jr. (2007, p.50) enfatizam que "assim abre-se espaço para aplicar e adaptar os conceitos conforme as características de cada pesquisa e/ou dos objetivos de cada atividade, bem como para a aplicação dos conceitos de riscos, de acordo com a área estudada e a população envolvida".

Dessa forma o presente artigo tem como objetivo caracterizar algumas definições de risco e a abrangência de suas aplicações, bem como, enforçar as análises em relação aos riscos ambientais à qualidade das águas superficiais em bacias hidrográficas.

2. Definições e abrangência do termo risco ambiental

A abrangência das definições de risco ambiental caracteriza a diversidade de avaliações desenvolvidas visando caracterizar a probabilidade de determinado evento ocorrer e ocasionar consequências ao meio natural e a sociedade. Nesse sentido uma discussão acerca da definição é bastante relevante e principalmente suas aplicações.

Castro et.al. (2005, p. 12) definem risco

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

Dagnino; Carpi Jr. (2007, p. 52) consideram risco como “a probabilidade de que um evento—esperado ou não esperado – se torne realidade. A ideia de que algo pode vir a ocorrer, já então configura um risco”.

Para Egler (1996) as análises de risco têm o desafio de trabalhar nos limites da previsibilidade do comportamento dos sistemas complexos e, na maioria das vezes, potencialmente perigosos a vida. Neste sentido, para a avaliação de risco o comportamento dinâmico de inúmeras variáveis deve ser capturado em um seletivo conjunto de indicadores capaz de monitorar as interações que se processam na realidade em distintos períodos de tempo.

O referido autor ainda salienta que a análise de risco ambiental deve ser vista como um indicador dinâmico das relações entre os sistemas naturais, a estrutura produtiva e as condições sociais de reprodução humana em um determinado lugar e momento. Neste sentido, é importante que se considere o conceito de risco ambiental como a resultante de três categorias básicas:

a) risco natural, associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, isto é, considerando o seu grau de estabilidade/instabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos; b) riscos tecnológico, definido como o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva. Envolve uma avaliação tanto da probabilidade de eventos críticos de curta duração com amplas consequências – explosões, vazamentos ou derramamentos de produtos tóxicos – como também a contaminação a longo prazo dos sistemas naturais por lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo; c) risco social, visto como resultante das carências sociais ao pleno desenvolvimento humano que contribuem para a degradação das condições de vida. Sua manifestação mais aparente está nas condições de habitabilidade, expressa no acesso aos serviços básicos, tais como água tratada, esgotamento de resíduos e coleta de lixo. No entanto a longo prazo pode atingir as condições de emprego, renda e capacitação técnica da população local, como elementos fundamentais ao pleno desenvolvimento humano sustentável (EGLER, 1996, P.34).

Dagnino; Carpi Jr. (2007) ratificam a ideia sobre a utilização do termo risco ambiental por entender que as situações de risco não estão desligadas do que ocorre em seu entorno – o ambiente, em seu sentido amplo – seja o ambiente natural, seja o construído pelo homem (social e tecnológico). Assim, o risco ambiental torna-se um termo sintético que abriga os demais, sem que eles sejam esquecidos ou menosprezados.

Nesse contexto, para Carvalho (2007) os riscos ambientais podem ser divididos em riscos naturais, construídos, sociais e produtivos, propondo que os riscos ambientais sejam mensurados a partir da identificação e correlação entre os diferentes tipos de riscos (naturais, sociais, construídos e produtivos), definindo-os da seguinte forma:

Riscos naturais: relativos ao meio natural e associado a processos que fazem parte da dinâmica natural, resultante da interação dos elementos naturais (geologia, geomorfologia, solos, clima, entre outros) podendo ser induzidos e intensificados pelo homem. **Riscos Construídos:** referem-se às transformações espaciais construídas sobre o espaço natural, vinculadas à ocupação socioeconômica produtiva, espacializada pelas edificações prediais, infraestrutura viária, infraestrutura sanitária, e afins, que geram impactos ao ambiente, de maior ou menor monta, especialmente se edificadas em locais ambientalmente inadequados. **Riscos sociais:** são relativos às características da sociedade local, como escolaridade, idade, renda, cultura e afins, os quais possibilitam entender as diversas formas de organização retratada na bacia. **Riscos produtivos:** dizem respeito às atividades econômicas e às atividades não econômicas desenvolvidas em uma bacia. Os riscos produtivos podem ser mensurados a partir de informações das atividades produtivas desenvolvidas na bacia e suas formas de produção (CARVALHO, 2007).

Em relação ao risco social Castro et. al. (2005) salienta que é uma categoria que pode ser analisada e desenvolvida por vieses distintos. É considerado, muitas das vezes, como o dano que uma sociedade (ou parte dela) pode causar

e outro viés explorado reside na relação entre marginalidade e vulnerabilidade a desastres naturais.

Tal consideração também é ratificada por Rebelo (2010, p.181), ao salientar que “a intervenção do homem terá de ser analisada nas duas componentes da função, dado que pode desencadear fatores de agravamento do risco que têm de ser entendidos tanto a nível do hazard como a nível da vulnerabilidade”.

Quanto ao termo vulnerabilidade, o mesmo possui interpretações diversificadas em análises de risco. Dessa forma, a vulnerabilidade pode ser entendida como a fragilidade natural do meio físico frente a processos causados pela atividade humana, bem como, a vulnerabilidade da sociedade em relação a determinado perigo.

Localizar e entender o termo vulnerabilidade nas diversas abordagens científicas é um empreendimento que não pode ser realizado sem se considerar, simultaneamente, o conceito de risco. Isso se deve ao fato de a vulnerabilidade aparecer no contexto dos estudos sobre risco em sua dimensão ambiental, num primeiro momento, e só mais tarde no contexto socioeconômico (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2005, p. 30).

Rebelo (2010) salienta que diversos autores começaram a avaliar risco como a somatória da importância do processo que pode acarretar situações de perigo, processo potencialmente perigoso, ou seja, o tal acontecimento ou evento provável e a vulnerabilidade (ou seja, $R=H+V$).

Nesse sentido, necessário se faz avaliar tanto a vulnerabilidade das condições naturais quanto à vulnerabilidade da população exposta ao risco, sendo dois aspectos diferenciados, no entanto, fundamentais na gestão do risco, principalmente ao se considerar de forma integrada os riscos ambientais.

Nesse sentido Nunes (2009, p. 180) caracteriza risco

como a probabilidade de consequências danosas a partir da interação entre um evento deflagrador, natural ou não, e condições de vulnerabilidade da população que, por sua vez, revelam o quanto um sistema social é (in)capaz de enfrentar/ superar os efeitos adversos à exposição dos indivíduos/ grupos

sociais a mudanças inesperadas, com rupturas em seus modos de vida a partir de impactos socioambientais.

Assim, nessa vertente a vulnerabilidade se caracteriza pela análise da exposição das populações a determinados eventos/processos. Quanto à avaliação de riscos ambientais à qualidade das águas superficiais, a vulnerabilidade é maior conforme a utilização do recurso.

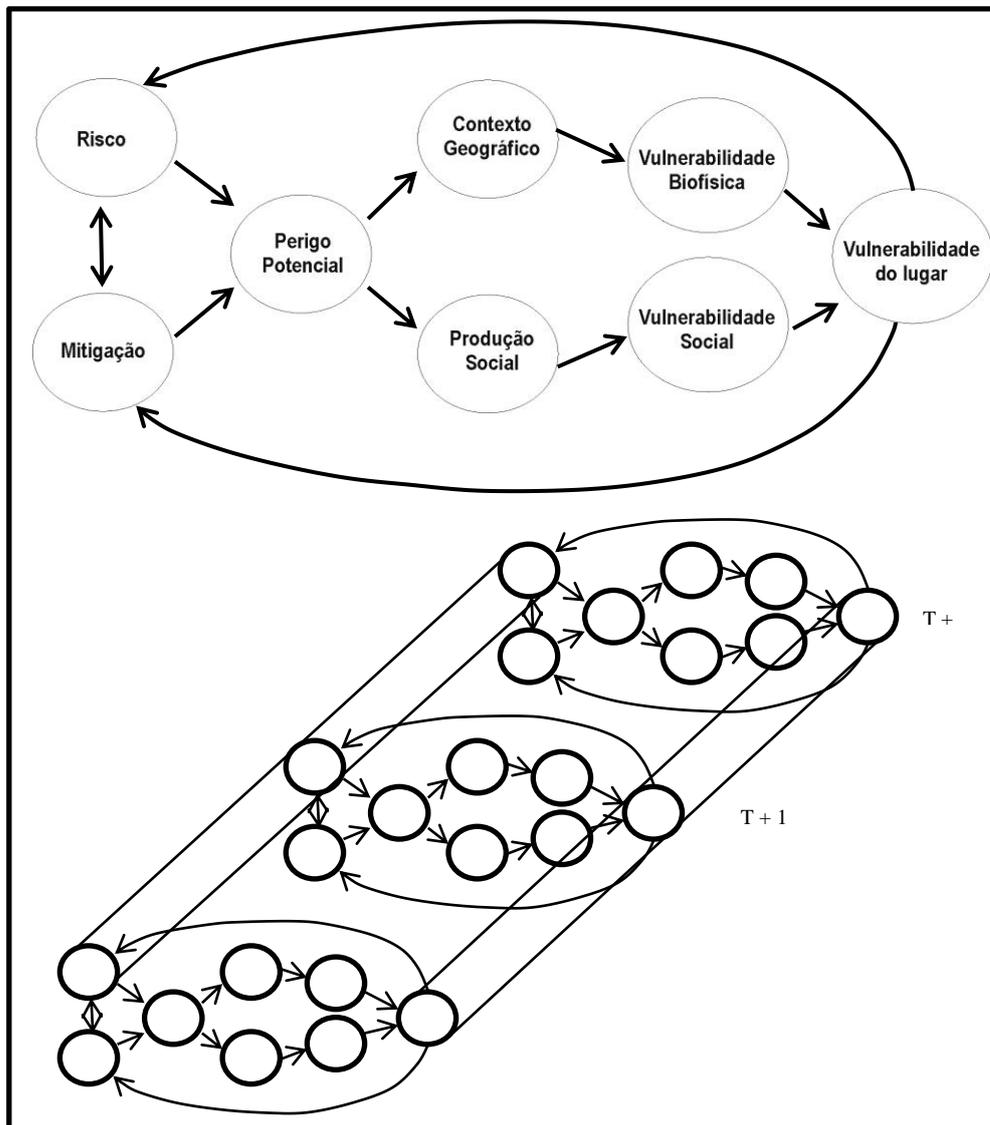
Exemplificando a utilização do termo em relação à vulnerabilidade do ambiente natural, pode ser citado Zuquette (1995, p. 11) onde salienta que “independentemente do tipo da fonte de riscos a avaliação é sempre o resultado decorrente da probabilidade de ocorrer um evento com determinada intensidade e da vulnerabilidade dos elementos do meio ambiente diante do evento”.

Nesse sentido, considerando os riscos à qualidade das águas superficiais, a vulnerabilidade caracterizará a possibilidade de determinados contaminantes serem carregados para os recursos hídricos, caso não haja vulnerabilidade, mesmo existindo a carga contaminante o risco será baixo.

Dessa forma, na avaliação de risco necessário se faz considerar estes dois aspectos, visando compreender melhor a complexidade do sistema bacia hidrográfica.

Cutter (1996) citado por Marandola JR.; Hogan (2005, p. 35) propõe um modelo (**Figura 1**) que representa o estudo da vulnerabilidade por uma perspectiva conjuntiva centrada no lugar, sendo que o modelo:

mostra as relações existentes entre o risco, as ações de mitigação (respostas e ajustamentos) e a vulnerabilidade do lugar, havendo a definição destes elementos nos termos da relação estabelecida entre eles. Ou seja, o aumento das ações mitigadoras poderá significar a diminuição do risco e, conseqüentemente, implicará a redução da vulnerabilidade do lugar. Por outro lado, o risco poderá aumentar se houver alterações no contexto geográfico ou na produção social, que poderão incorrer no aumento da vulnerabilidade biofísica e social (respectivamente) e da vulnerabilidade do lugar. Tal processo poderá ser iniciado também pelo aumento do perigo potencial, que tanto pode ser resultado quanto condicionante do aumento ou da diminuição da vulnerabilidade.



Fonte: Curter (1996, p. 536)

Figura 1. Modelo “perigos do lugar” da vulnerabilidade (hazards of place model of vulnerability).

Nesse sentido vale destacar a ideia de se caracterizar a vulnerabilidade de determinado local (vulnerabilidade social e natural) como ponto de partida para análise de riscos ambientais, pois tal caracterização permite inferir após a identificação dos perigos quanto ao potencial de risco da área (alto, médio, baixo). Tal classificação permitirá a gestão adequada através de medidas de mitigação que podem reduzir ou eliminar o risco.

Quanto à mitigação o National Committee for the Decade for Natural Disaster Reduction (1991, p. 21) considera:

Mitigation—actions taken to prevent or reduce the risk to life, property, social and economic activities, and natural resources from natural hazards—is central to the Decade initiative. [...] Mitigation measures such as adoption of zoning, land-use practices, and building codes are needed, however, to prevent or reduce actual damage from hazards.

Ao considerar risco como a somatória de perigo + vulnerabilidade, cabe compreender adequadamente o termo perigo.

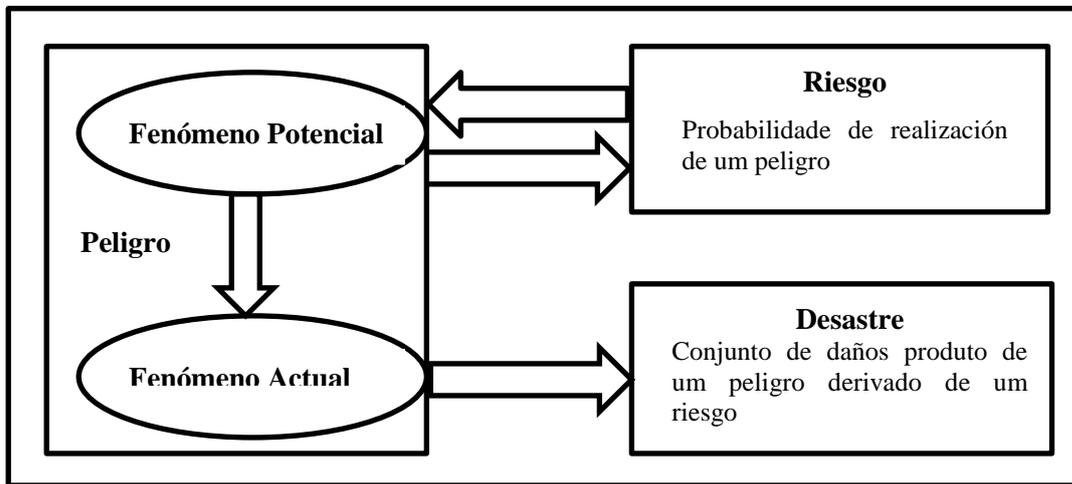
Muitos autores utilizam os termos risco e perigo como sinônimos, Aneas de Castro (2000, p.03) faz a distinção destes termos ao considerar que “ riesgo: es la probabilidad de

ocurrencia de un peligro. El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad)".

Já o perigo a autora caracteriza como "peligro es la ocurrencia o amenaza de

ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico. Esta definición de peligro se refiere al fenómeno tanto en acto como en potencia".

Através da **Figura 2**, proposta por Aneas de Castro (2000), observa-se a relação entre os conceitos de Risco, Perigo e desastre.



Fonte: Aneas de Castro (2000)

Figura 2. Relaciones entre los conceptos de Riesgo, peligro y desastre.

Assim para a autora o risco é a probabilidade de realização de um perigo. O perigo é um evento em potencial ou atual capaz de causar danos e o desastre são os danos causados pelo perigo, derivado de um risco.

Para Marandola Jr.; Hogan (2004, p. 46)

o perigo, quando aparece, é em geral um substantivo, que ameaça a integridade de um sistema (antrópico ou social) e que pode ser desde o próprio corpo (saúde, vida), passando por cidades, bacias, até grandes ecossistemas. Já a vulnerabilidade é entendida como um adjetivo, que se refere a estes mesmos sistemas, como as qualidades intrínsecas destes de resistir ao perigo. Daí advém a idéia de que o risco é definido após o conhecimento do grau de vulnerabilidade e do perigo, pois ele é o resultado desta relação. Assim, o risco é uma situação ou uma condição.

Para Santos et.al. (2007) uma discussão muito importante quando se avalia risco ambiental é o forte caráter da manifestação geográfica. A avaliação de risco possui forte influência das características intrínsecas do local ou do espaço em que o evento se dá. Na mesma medida o elemento tempo encontra-se intrinsecamente associado à forma como o risco é percebido e avaliado. O contexto-espaço e

temporal e as escalas de análise devem ser entendidos pelo planejador como componentes determinantes no processo em curso.

A autora exemplifica da seguinte forma:

O tempo pode ser expresso pelas relações de frequência, duração, sazonalidade e periodicidade. Essas expressões temporais são determinadas pelo espaço em que o evento se dá. Um processo erosivo pode estar relacionado a períodos de chuvas concentradas, mas intensificado em decorrência de um solo muito degradado e altamente vulnerável. O efeito provocado pela mesma concentração de chuvas torrenciais pode não ser o mesmo em um solo menos vulnerável ou sobre um relevo menos inclinado. Essa simples ilustração sugere que a avaliação de riscos pode ser definida em termos relativos, denotando sensibilidade às condições intrínsecas e extrínsecas ao contexto geográfico em que ocorre. A avaliação de riscos, assim como a elaboração de indicadores depende da qualidade da informação ambiental, a compreensão sobre os riscos associa-se as condições espaciais e as repostas do meio aos processos hidrológicos, meteorológicos, geológicos e biológicos (SANTOS, 2007, P. 171).

Castro et.al. (2005) ao tratar da escala espaço-temporal salienta que em relação à localização espacial ou mesmo à distribuição espacial dos riscos, ocorre uma concentração

espacial de riscos nas cidades, ou mais precisamente nos grandes centros urbanos.

Devido à concentração populacional, os centros urbanos acabam se tornando grandes geradores de resíduos, que quando não tratados adequadamente podem contribuir com a poluição/contaminação dos recursos hídricos. Necessitando assim da identificação dos processos geradores de risco, bem como, da avaliação da percepção da população quanto à existência do risco e sua contribuição no processo.

Nesse sentido Marandola Jr. (2004, p. 326) ressalta a necessidade da adoção de uma postura transescalar ao debruçar-se sobre os riscos a que são expostas as populações de uma cidade.

Não podemos considerar apenas a escala coletiva, pois os riscos atingem as pessoas em sua vivência em seus dramas, na experiência. Também não podemos enforçar apenas o tempo macro ou micro. Se os estudos acerca dos riscos ficarem limitados à escala coletiva (exterioridade) teremos apenas vislumbradas as formas pelas quais os riscos sociais são produzidos e distribuídos, mas não como eles se realizam na vida das pessoas. Similarmente, se os estudos limitarem-se às percepções que as pessoas tem dos riscos (interioridade), não conseguiremos avançar em formas de enfrentar estes problemas, que dependem das ações políticas, de práticas sociais e, às vezes, de um longo processo de re-trabalhar as imagens e o imaginário que envolvem aquele fenômeno.

Os autores Baumann; Kates (1972, p.169) já ressaltavam a importância da percepção como forma de resposta ao perigo ao salientar que:

It has been recognized by both geographers and psychologists that the environment is viewed in varying ways by different individuals and societies. Even within a given society, the general public and the decision-makers - technicians, scientists, and administrators - may perceive environmental events in very different ways. In short, the manner in which a society perceives its environment will significantly influence the adaptations that are made.

Para Lavell (1996, p. 34) "los factores que pueden influir en las diversas percepciones son variados, incluyendo los relacionados con clase, etnia, raza y género, edad, niveles educativos, creencias religiosas, experiencias previas y participación organizacional, entre otros".

Nesse contexto, além de uma análise técnica onde se identifica e se especializa os riscos

ambientais, também é fundamental identificar como o risco é percebido tanto pela população local como pelo poder público.

Tais informações são fundamentais para a gestão dos riscos, principalmente pela necessidade de conscientização da população em relação aos riscos ambientais causados pelas formas inadequadas de uso do solo.

Assim, caracterizar a população local e identificar suas percepções quanto à possibilidade de risco tem papel fundamental, pois práticas inadequadas de manejo do solo e deposição de resíduos podem comprometer o solo e a água e muitas vezes não são percebidas enquanto risco.

3. Avaliação de riscos ambientais à qualidade das águas superficiais

Vários tipos de uso e ocupação do solo podem levar ao comprometimento, primeiramente do solo e posteriormente da qualidade das águas superficiais, pois a partir do escoamento superficial os resíduos presentes no solo podem ser carreados para os recursos hídricos e podem vir a comprometer sua quantidade e qualidade.

Carpi Jr. (2001, p. 43) salienta que

A água ao escoar superficialmente, tanto na forma de cursos d'água como enxurradas, transporta junto diversos tipos de resíduos e efluentes industriais, domésticos, hospitalares, produtos químicos provenientes de atividades agrícolas e de acidentes de transporte, sedimentos produzidos pela erosão, microorganismos vetores de doenças. Tais elementos podem configurar-se como impactos negativos, podendo afetar o homem das mais diversas formas.

Branco (1991, p. 14) estabelece uma distinção entre dois termos utilizados em trabalhos relacionados à qualidade de água, sendo estes: contaminação e poluição.

- contaminação: significa misturar, infectar, manchar, sujar, ou seja, "transmissão pela água, de elementos, compostos ou microorganismos que possam prejudicar a saúde do homem ou de animais que a bebem". A água é um veículo e não um ambiente ecologicamente alterado.

- poluição: o termo vem do latim "polluere" (manchar, sujar), relacionado aos efeitos estéticos e sensoriais, se caracterizando "muito mais por seus efeitos ecológicos, que produzem

transformações do meio ambiente, de forma a este tornar - se impróprio ao desenvolvimento normal das populações aquáticas”, nem sempre interferindo com a qualidade de água potável.

Deve se levar em consideração em relação à qualidade da água o uso que se pretende fazer da mesma. A Resolução CONAMA 357/05 classifica os recursos hídricos e os usos indicados.

Para Castro et. al. (2005, p. 30)

seja na cidade ou no campo, os processos atmosféricos, hidrológicos, sociais, político-econômicos e industriais produzem quadros conjunturais de riscos, com diferentes intensidades e níveis de exposição da sociedade, que reclama esforços para a mitigação de danos, regulamentação de usos e compensações financeiras, definição de investimentos, e, em outra instância, políticas e ações específicas contidas no planejamento e na gestão territorial.

Dentre as modificações geradas pela ocupação do espaço urbano, e que são responsáveis pelo aumento do escoamento superficial e consequente de carreamento de sedimentos e resíduos para os cursos d' água, destaca-se a impermeabilização do terreno, através das edificações e da pavimentação das vias de circulação.

Araujo et. al. (2005, p. 64) ressalta que “conforme a densidade populacional aumenta, há também um aumento correspondente nas cargas de poluentes geradas pelas atividades humanas. Esses poluentes entram nas águas superficiais, via escoamento superficial, sem serem submetidos a nenhum tipo de tratamento”.

Também podem ser destacados que além dos casos de poluição e contaminação dos corpos d'água via escoamento superficial, existem efluentes (domésticos, industriais, hospitalares, etc.) que frequentemente são lançados diretamente nos rios sem tratamento algum.

Em áreas rurais existe a problemática do manejo inadequado do solo, sendo salientada por Tucci et. al. (2001, p. 74)

Uma das maiores preocupações em nível mundial é a deterioração do solo rural devido ao uso intensivo e às práticas agrícolas que tendem a favorecer a perda da camada fértil do solo, com o consequente assoreamento de rios e lagos. Esses solos

empobrecidos são, então, recuperados com adição de componentes químicos que poluem os rios.

O manejo inadequado do solo pode gerar a perda de sua produtividade, assim como, pode comprometer a qualidade das águas de uma bacia hidrográfica, pois fatores como o tipo de solo, declividade do terreno, ausência de vegetação natural, intensidade das precipitações podem contribuir para o carreamento de sedimentos e demais compostos para os recursos hídricos, assim como, a lixiviação pode comprometer a produtividade dos solos, aumentando o custo de produção através da implementação de insumos.

Botelho; Silva (2004, P. 166)

ressaltam que há grandes diferenças nas taxas de infiltração e escoamento superficial entre os diversos usos do solo. É necessário adotar práticas conservacionistas que melhorem a taxa de infiltração. Essas práticas visam a manter a água o maior tempo possível na encosta, permitindo que o solo tenha tempo para absorvê-la. A adoção destas práticas reduz o escoamento superficial e as perdas de solo por erosão hídrica.

Os autores ainda enfatizam que as áreas com agricultura e pastagens irão apresentar comportamentos diferentes. Nas pastagens, o sistema radicular das gramíneas favorece a infiltração, ocorrendo perdas mínimas de solo e água através do escoamento superficial, no entanto o pastoreio compacta o solo e cria caminhos preferenciais para o escoamento superficial, aumentando o risco de erosão. As áreas com agricultura apresentam problemas maiores quanto ao aumento do escoamento superficial, pois fatores como exposição do solo às gotas de chuvas, ausência de cobertura vegetal durante uma parte do ano e falta de práticas conservacionistas, propiciam a formação de fluxo superficial.

Para Silva et. al. (2004, p. 425)

Limitações de ordem física (solos, topografia, chuvas, secas e ventos), de ordem econômica (juros altos, prazos curtos, financiamentos viciosos, arrendamentos por períodos breves, maus salários) e de ordem social (estado de educação do lavrador, relações entre homem e terra, densidade demográfica, uso e posse da terra) são os condicionantes do bom ou do mau estado de conservação dos recursos naturais.

Daí a necessidade de abordagens que possam abranger as condições do ambiente

natural, bem como, as condições socioeconômicas de bacias hidrográficas, pois tais informações permitirão uma análise mais complexa deste sistema, permitindo também adoções de medidas corretivas mais eficientes.

Nesse sentido Diamantino et al. (2006, p. 02) salienta que para o caso das águas de superfície existem diversas metodologias que pretendem representar o risco de um corpo de água superficial ser afetado por uma carga poluente. Para os autores, dois aspectos devem ser considerados: a vulnerabilidade do meio físico envolvente e as atividades humanas. Os exemplos de metodologias são os seguintes:

(1) Metodologia do Projecto ECOMAN (cf. HARUM et al., 2004), que define um modelo de vulnerabilidade das águas de superfície à poluição com base em cinco variáveis: cobertura do solo, declive, tipo de solo, rede de drenagem e ocupação urbana. Este modelo de vulnerabilidade é calculado através da combinação destas variáveis por adição aritmética dos seus valores ponderados. O mapa de vulnerabilidade das águas de superfície à poluição é combinado com o mapa do evento poluente ("pollutant hazard") e o mapa das fontes de poluição; o resultado é um mapa que representa o risco potencial de poluição das águas de superfície. (2) Metodologia utilizada pelo Californian Department of Health Services (CDHS), que considera para a avaliação das origens de água para abastecimento os seguintes tópicos: localização da origem de água para abastecimento, delimitação da área da fonte de água e as zonas de protecção em torno dos corpos de água superficiais, Eficiência da barreira física (EBF) da origem de água que a protege da contaminação; inventário das Prováveis atividades poluentes (PAP) e o risco de poluição causado por estas atividades para as origens de água para abastecimento (CDHS, 2000). O processo de classificação da vulnerabilidade das origens de água superficiais inclui um controle de cada tipo de PAP identificado e a atribuição de uma pontuação, de acordo com os seguintes critérios: uma escala de risco do tipo de PAP, a zona onde ocorre e a EBF da origem de água para abastecimento respectiva. Esta pontuação é somada e as PAP com maior pontuação significam o tipo de PAP para a qual a fonte de abastecimento é mais vulnerável. (3) Metodologia do USGS (desenvolvida para o Estado da Carolina do Norte), que é um método indexado e de sobreposição de fatores para a classificação das características da bacia hidrográfica, determinando-se um valor que representa o risco de poluição de um dado sistema de abastecimento (EIMERS et al., 2000). (4) Índice WRASTIC que permite a avaliação da susceptibilidade da bacia hidrográfica à poluição para quaisquer condições hidrogeológicas, de acordo com as principais características e usos do solo da bacia

(NMED/DWB, 2000). Este índice dá uma primeira aproximação de avaliação do risco ao considerar os impactos provocados pelo uso do solo na sua discretização.

Dessa forma, a bacia hidrográfica constituída por uma série de elementos, em dinâmica e complexa transformação, perante as interações de energia e resistência, sobressaindo-se a antrópica, consiste em excelente unidade de estudo para a análise dos riscos ambientais. 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.

4. Conclusão

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 e a minimização dos impactos ambientais indesejáveis.

Neste contexto, a utilização da abordagem sistêmica, para o levantamento e análise dos riscos ambientais é de grande relevância, pois, permite o entendimento da complexidade - totalidade dos riscos inerentes ao sistema bacia hidrográfica.

Na avaliação de riscos ambientais é fundamental considerar a vulnerabilidade (ambiental e social), considerando o uso da água e as susceptibilidades do ambiente natural. Assim como, a percepção da população local, poder público e privado, sendo estas, análises essenciais para a identificação e gestão dos riscos ambientais.

5. Referências

- ANEAS DE CASTRO, S. D. **Riesgos y Peligros : Una visión desde la Geografía. Scripta Nova.** Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. Nº 60, 15 de marzo de 2000.
- ARAÚJO, G.H. de S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A.J.T. **Gestão ambiental de áreas degradadas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- BAUMANN, D. D.; KATES, R. W. Risk from Nature in the City. T. R. Detwyler and M. G. Marcus (eds.), **Urbanization and Environment: the physical Geography of the city**, Belmont, California: Duxbury Press, 1972.
- BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S. da. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental.** In: VITTE, A. C.; GUERRA, A.J. T (Org.). Reflexões sobre a geografia física no Brasil. 1º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. P. 153-188.
- BRANCO, S.M. **A água e o homem.** In: _____; PORTO, R.L.(Org.). Hidrologia Ambiental. São Paulo: Edit. da Universidade de São Paulo / Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. p.3-26.
- BRASIL. **Conselho Nacional do Meio ambiente. Resolução nº357**, de 17 de março de 2005.
- CARPI JUNIOR, S.C. **Processos Erosivos, Recursos Hídricos e Riscos Ambientais na Bacia do Rio Mogiguaçu. 2001.** 171 f. Tese (Doutorado em Geociências e meio ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2001.
- CARVALHO, E. M. de. **Riscos Ambientais em Bacias Hidrográficas: Um Estudo De Caso da Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS.** 2007. 160 f. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2007.
- CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de; RIO, G. A. P. do. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas.** Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. V. 28, 2005.
- DAGNINO, R. de S.; CARPI JUNIOR, S. **Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações.** Climatologia e Estudos da Paisagem Rio Claro - Vol.2 - n.2 - julho/dezembro/2007.
- DIAMANTINO, C.; HENRIQUES, M.J.; OLIVEIRA, M.M.; LOBO-FERREIRA, J.P. **Metodologias de avaliação do risco dos meios hídricos à poluição e sua aplicação a um caso de estudo na China.** CONGRESSO DA ÁGUA, 8, 2006, Figueira da Foz/Portugal. Anais...Figueira da Foz: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 2006. P. 13-17.
- EGLER, C. A. G. **Risco ambiental como critério de Gestão do Território: uma aplicação à zona costeira Brasileira.** Revista Território. 1 (1) 1996.
- LAVELL, A. **Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación.** IN: **Ciudades en riesgo: Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres.** Maria Augusta Fernandez (compiladora). LARED. 2006.
- MARANDOLA JR, E. HOGAN, D. J. **Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia.** R. bras. Est. Pop., São Paulo, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005.
- MARANDOLA JR, E. **Uma ontologia Geográfica dos riscos: duas escalas, três dimensões.** Geografia, Rio Claro, V. 29, n. 3. P.315-338.set/dez.2004.
- MARANDOLA JR. E. HOGAN, D. J. **O Risco Em Perspectiva: Tendências E Abordagens.** Geosul, Florianópolis, v. 19, n. 38, p 25-58, jul./dez. 2004.
- National Committee for the Decade for Natural Disaster Reduction. **A Safer Future. Reducing the Impacts of Natural Disasters. Commission on Geosciences, Environment, and Resources.** Washington, 1991.
- NUNES, L. H. **Compreensões e ações frente aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres.** Territorium 16. 2009.
- REBELO, F. **Geografia física e riscos naturais.** Coimbra, 2010.
- ROCHA, O; PIRES, J.S.; SANTOS, J.E. dos. **A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento.** In: **A bacia hidrográfica do córrego monjolinho.** São Carlos: RIMA, 2000.
- SANTOS, R. F. dos; THOMAZIELLO, S. & WEILL, M. de A. M. **Planejamento da paisagem. In: vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Ministério do Meio Ambiente. Rozely Ferreira dos Santos (Org.). Brasília, 2007.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** São Carlos: RIMA, 2004.
- TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil.** Brasília : UNESCO, 2001.

CARVALHO, Elisângela Martins de & LEITE, Emerson Figueiredo. (2013).

ZUQUETTE, L.V.; PEJÓN, O.J. Considerações básicas sobre a elaboração de cartas de zoneamentos de probabilidade ou possibilidade de ocorrer eventos perigosos e de riscos associados. Geociências. Universidade Estadual Paulista/UNESP. São Paulo. V. 14. julho/dezembro, 1995.