



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

PROGRAMAS DE SEGURANÇA DA ÁGUA: CONCEITOS E PRÁTICAS

WATER SECURITY PROGRAMS: CONCEPTS AND
PRACTICES

Recibido el 20 de agosto de 2014; Aceptado el 9 de marzo de 2015

*Maria Inês Teixeira Pinheiro¹
José Nilson B. Campos²
Ticiania M. de Carvalho Studart²
Renata Mendes Luna²
Emília Maria Alves Santos¹

Abstract

The study on water safety, emphasizing the watershed, shows the emergence of another culture of understanding, and involving various segments of society. Although water safety should address in an integrated manner, historically, the focus in the semiarid region of Brazil was on the quantitative aspects. The water quality management was restricted to industrialized humid regions, in the South and Southeast regions. The search to ensure water for society, in appropriate quantity and quality, involves identifying the role of government agencies (federal, state and municipal) in charge of the process. The paper presents conceptual basis of water quality, pollution, possible pollution sources of contamination of water bodies and safety of water quality. Some national and international practices of security of water quality are also described.

Key Words: watershed, water quality, water safety.

¹ Gerencia de Química e Meio Ambiente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil.

² Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Brasil.

*Autor correspondente: Gerencia de Química e Meio Ambiente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Rua Núbia Barrocas, 1.260 – Parque Manibura, Fortaleza, Ceará. CEP 60.821-770. Brasil. Email: inestpinheiro56@gmail.com

Resumo

O estudo sobre a segurança da água, dando ênfase à bacia hidrográfica, mostra o surgimento de outra cultura de entendimento, envolvendo vários segmentos da sociedade. Embora a segurança da água deva abordar, de maneira integrada, os aspectos quantitativos e qualitativos da água, no Brasil dá-se ênfase, principalmente, aos aspectos quantitativos. A gestão da qualidade da água é restrita, de uma maneira geral, às regiões onde não existe, historicamente, a escassez quantitativa por questões climáticas – regiões Sul e Sudeste. A busca para assegurar água para a sociedade, em quantidade e qualidade adequadas, passa pela identificação do papel dos órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) responsáveis pelo processo. O artigo traz base conceitual de qualidade da água, poluição, fontes de poluição possíveis de contaminação de corpos hídricos e segurança da qualidade da água e cita algumas práticas nacionais e internacionais de segurança da qualidade da água.

Palavras chave: bacias hidrográficas, qualidade de água, segurança de água.

Introdução

Um dos principais desafios do Século XXI é a mudança no sistema de valores que determina a economia global. Reorganizar o mundo, segundo um conjunto de crenças e valores diferentes, visando não só ao bem-estar das organizações humanas, mas também sua sobrevivência e sustentabilidade, é condição imperiosa para o equilíbrio da vida na Terra (Capra, 2002).

O balanço adequado entre a oferta e a demanda dos recursos ambientais, sejam eles naturais (ar, água, solo, fauna, flora entre outros), econômicos e/ou socioculturais, é importante para humanidade, pois visa a diminuir seus reflexos na vida do ser humano permitindo minimizar os conflitos de seus usos. A responsabilidade desta tarefa caberá aos segmentos sociais, aos usuários, às entidades a eles ligadas, sistematicamente organizadas ou não, e ao poder público, visando ao seu inventário, uso e proteção adequada, de modo a permitir seu almejado equilíbrio (Silva *et al.*, 2000).

No caso da água, a sociedade percebe, cada vez mais, a necessidade de se realizar a gestão, considerada não só o corpo hídrico, mas também toda a bacia hidrográfica e os seus aspectos ambientais.

Consoante Rebouças (1997), o comportamento humano agrava os efeitos das secas e das enchentes pelo desmatamento, ocupação das várzeas dos rios, impermeabilização do solo, lançamento de esgoto não tratado nos rios e desperdício das águas. É também de origem social a atitude político-científica diante da questão, na qual pode prevalecer uma visão distorcida da realidade.

Nessas condições, a avaliação do problema da água de uma dada região já não pode se restringir ao simples balanço entre oferta e demanda, mas, também ao aspecto qualitativo.

No Brasil, a preocupação com a segurança hídrica, ou da água, sempre é associada à quantidade. O cuidado com a qualidade das águas foi mais direcionado para as regiões Sul e Sudeste do País.

No Nordeste semiárido, em razão da grande variabilidade espacial e temporal das precipitações, a gestão de águas focou, ao longo da sua história, no incremento da oferta hídrica (Souza Filho *et al.*, 2013, p.13), deixando em segundo plano a qualidade. O crescimento populacional, entretanto, e o desenvolvimento econômico da região verificado nas últimas décadas, associados à falta ou à inadequada infraestrutura de saneamento, a inexistência ou precariedade dos sistemas de tratamento das águas residuárias e dos resíduos sólidos, tanto na zona urbana como na rural e, ainda, a degradação das nascentes e das margens dos mananciais, os usos constantes de fertilizantes e agrotóxicos e o uso e ocupação do solo de maneira inadequada formam um conjunto de agentes de risco que comprometem a água disponível, principalmente, para consumo humano.

No caso de reservatórios, principal fonte hídrica do semiárido, os desafios inerentes à gestão da qualidade de suas águas passam pela bacia de contribuição do açude, e requerem ações de planejamento territorial, organização do planejamento urbano, recuperação e proteção das áreas marginais aos corpos d'águas, entre outras, associadas a programas de controle da qualidade da água, que identifiquem as possíveis causas de poluição, determinem as metas a serem atingidas, monitorando e avaliando as atividades em execução com o intuito de alcançar os objetivos previstos. Tais ações se tornam ineficazes, caso não haja participação consciente da sociedade. Resta cada vez mais frequente a necessidade de intervenção do Ministério Público, instituição independente, essencial à função jurisdicional do Estado, que tem entre suas funções promover inquérito civil e ação civil pública, para a proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos, inclusive manutenção na qualidade das águas.

Algumas mudanças de atitude da sociedade no sentido de incorporar a gestão ambiental da bacia hidrográfica já se iniciaram em muitas partes do Mundo, motivadas pela constatação de que o modelo da gestão focado no corpo hídrico considerado isoladamente é insustentável. A necessidade de se integrar a quantidade e a qualidade da água, no contexto da gestão ambiental da bacia, é cada vez evidente.

Na Europa, notadamente em Portugal, estas questões são vistas no âmbito da segurança da água e se traduz, principalmente, nos aspectos qualitativos, visando a garantir o abastecimento humano. O Brasil tem algumas ações isoladas também nesta direção e o Ceará, situado no semiárido brasileiro, também atua com algumas ações contingentes.

Este artigo procura identificar e conceituar as questões ligadas diretamente à problemática da qualidade da água de uma maneira global e em uma bacia hidrográfica, e discorrer sobre práticas nacionais e internacionais acerca de segurança da qualidade da água.

Base conceitual e métodos

O problema de água no mundo agrava-se cada vez mais. Os conflitos não se restringem apenas à quantidade de água disponível, mas também à sua qualidade, em razão dos problemas causados por fontes de poluição - pontuais e difusas - existentes ao longo das bacias hidrográficas.

Conforme Magalhães Jr. (2007, p.43), o agravamento da degradação da qualidade da água tornou-se uma preocupação social, levando muitos países a se mobilizarem política e socialmente em torno do problema.

Qualidade de água

A expressão "qualidade de água" não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente à adequação das características químicas, físicas e biológicas e aos variados usos. Assim, a política normativa nacional de uso da água, como consta na Resolução 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), procurou estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os usos diversos (Merten e Minella, 2002).

A complexidade dos fatores determinantes da qualidade e a grande diversidade de variáveis utilizadas para descrever o estado das massas de água impedem a formulação de uma definição simplificada para o termo qualidade. Além disso, a compreensão dos conceitos relativos à qualidade das águas evoluiu ao longo do Século XX com a diversificação do uso da água e suas novas exigências e com a capacidade de medir e interpretar as suas características (Meybeck and Helmer, 1996).

Na perspectiva de Porto (2011), a qualidade da água varia de local para local e cada uso implica distintos requisitos de qualidade, isto é, requer um conjunto diferente de variáveis indicadoras da qualidade da água. Sua qualidade pode depender de fontes únicas de poluição ou de variedade de fontes dispersas de poluição (Miller, 2011).

A interferência na qualidade da água, ou grau de poluição desta, é a soma de várias atividades que acontecem sobre a superfície da bacia hidrográfica, dependendo das condições naturais e da ocupação antrópica.

A questão da qualidade da água é problema mundial. No Nordeste do Brasil, não é diferente de outras regiões, pois é, também, afetada por processos antrópicos e naturais. Os processos antrópicos, no entanto, são os que podem causar problemas ambientais mais sérios, incluindo os efluentes domésticos e industriais, resíduos sólidos, desmatamento, erosão do solo, contaminação por pesticidas agrícolas e, mais recentemente, a produção de resíduos da aquicultura. Esses problemas podem levar a aumento de nutrientes dos corpos hídricos, ensejando a eutrofização das águas, assoreamento das barragens, contaminação por metais pesados, pesticidas, vetores de doenças de veiculação hídrica, aumento de salinidade. Em decorrência desses problemas, é relevante cuidar da recuperação e revitalização das bacias hidrográficas, e associar a gestão dos recursos hídricos nos aspectos quantitativos e qualitativos (CGEE e ANA, 2012, p.27).

Poluição

A poluição dos corpos hídricos é um problema mundial. Seu controle é um dos grandes desafios da gestão dos recursos hídricos. Alguns autores definem poluição como qualquer alteração indesejável nas características física, química e biológica da atmosfera, litosfera e hidrosfera que podem causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos, e outras espécies, ou ainda deteriorar materiais (Cammarota, 2013; Miller, 2011).

Quanto à poluição das águas, entende-se como a adição de substâncias ou formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d'água, de forma a prejudicar os usos feitos dele. (Von Sperlling, 2005; Gastaldini & Mendonça, 2003). A poluição das águas pode ser definida, portanto, como contaminações dos corpos hídricos causadas por atividades realizadas na bacia hidrográfica, que alteram as condições físicas, químicas e biológicas essenciais à vida, como também os usos da água.

Fontes de poluição

Existe elevado número de fontes poluidoras para os corpos hídricos, as quais podem variar quanto à diversidade e potencial poluidor. Costa *et al.* (2008) citam que essas fontes podem ser classificadas em pontuais e difusas. Já Ekka (2004); Pereira (2004); Von Sperlling (2005); ANA (2011); Cammarota (2013) classificam as fontes de poluições como pontuais (ou concentradas ou localizadas) e não pontuais (ou difusas ou dispersas).

As fontes pontuais possuem o ponto de descarga facilmente definido, o mesmo não ocorrendo para as fontes difusas. Estas resultam de ações dispersas na bacia hidrográfica e não podem ser identificadas em local único de descarga. Cobrem extensas áreas, apresentam diversas origens e formas de ocorrência, provenientes do solo, da atmosfera e das águas subterrâneas; são difíceis de mensurar e identificar, indicando aportes significativos em períodos chuvosos (Rocha *et al.*, 2009). Meybeck and Helmer (1996) também relatam que a poluição das águas pode resultar de fontes pontuais ou difusas, sendo que há uma diferença importante entre elas. As fontes

pontuais podem ser coletadas, tratadas e controladas. As maiores contribuições para as fontes pontuais são os esgotos industriais e domésticos, entre outras.

Consoante com Pereira (2004), é possível identificar um padrão médio de lançamento das fontes pontuais, pois as emissões ocorrem de forma controlada. Geralmente a quantidade e composição dos lançamentos não recebem grandes variações ao longo do tempo. Como exemplo, tem-se as indústrias e as estações de tratamento de esgotos.

No caso da poluição difusa, os poluentes atingem os corpos d'água de modo aleatório, não havendo possibilidade de estabelecer qualquer padrão de lançamento, seja em termos de quantidade, frequência ou composição. Por esse motivo, o seu controle é bastante difícil em comparação com a poluição pontual (Mierzwa, 2001 apud Pereira, 2004). Como exemplos, citam-se os lançamentos das drenagens urbanas, escoamento de água de chuva sobre campos agrícolas e acidentes com produtos químicos ou combustíveis. Já as fontes mistas são aquelas que englobam características de cada uma das fontes anteriormente descritas.

A Tabela 1 traz a classificação das fontes de poluição e os seus distintos graus por meio de seus poluentes.

Tabela 1. Classificações das principais fontes de poluição

Fontes	Poluentes							
	Bactérias	Nutrientes	Elementos Traços	Pesticidas/Herbicidas	Micropoluentes Orgânicos Industriais	Óleos e Graxas		
Atmosfera		1	3	G	3	G	3	G
Fontes Pontuais								
Esgoto doméstico	3	3	3	1		3		
Esgoto industrial		1	3	G		3	G	2
Fontes Difusas								
Agrícolas	2	3	1	3	G			
Dragagem		1	3	2		3		1
Navegação e portos	1	1	2			1		3
Fontes Mistas								
Escoamento urbano e depósitos de lixo.	2	3	3	2		2		2
Depósitos de cargas industriais.		1	3	1		3		1

Fonte: Adaptado, Meybeck & Helmer (1996)

Legenda:

1	Fonte de baixa significância local
2	Fonte de moderada significância local/regional
3	Fonte de alta significância regional
G	Fonte de significância global

Segurança da qualidade da água

Souza (2008) afirma que, conforme a Organização Mundial da Saúde - OMS e seus países-membros: "todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e seguro". A garantia de assegurar água com qualidade está ligada à necessidade de conhecer, estudar, monitorar e controlar o seu percurso desde sua nascente até a captação no corpo d'água para o uso pretendido.

"Controlar a qualidade das águas destinadas ao consumo humano é alvo das preocupações das autoridades sanitárias em todo o Mundo, e também dos responsáveis pela sua administração. Após o esforço no nível de produção, é necessário assegurar-se a qualidade da água e, para tal, padrões ambientais devem ser impostos, e sua fixação constitui-se um elemento de política de prevenção, que visa a diminuir os riscos sanitários ligados à água" (Abreu *et al.*, 2000).

A segurança de água não deve estar somente vinculada ao monitoramento e ao controle da infraestrutura e ao funcionamento do sistema de captação, adução, reservação e distribuição da água. Deve-se levar em conta, ainda, o controle da bacia hidrográfica e a proteção dos mananciais. Portanto, é importante elaborar planos com o objetivo de implementar ações ambientais e institucionais, visando à melhoria da saúde da bacia, garantindo água de qualidade para os usos específicos, de maneira a reduzir os custos do seu tratamento.

Prática de segurança da qualidade da água

Casos graves de poluição hídrica no Mundo motivaram programas de revitalização e despoluição de corpos hídricos de grande importância. Em países mais desenvolvidos, este problema já está sendo contornado, mas no Brasil é considerado como principal impacto de qualidade ambiental, pois ainda conta com infraestrutura precária de coleta e tratamento de esgotos domésticos em quase todo o Território Nacional. Até mesmo as cidades atendidas com melhores infraestruturas de saneamento já estão sujeitas a racionamento no abastecimento de água, em virtude da degradação dos mananciais de onde acontece a captação da água. A oferta de água para atendimento ao consumo humano chega a ser até deficitária, por não atender aos padrões mínimos de qualidade para se submeter ao tratamento (Leite, 2004).

Algumas ações nacionais e internacionais foram realizadas ou se encontram em desenvolvimento, com o intuito de amenizar os impactos das atividades antrópicas nas bacias hidrográficas.

Ações internacionais de segurança da qualidade da água

Algumas experiências que garantem a qualidade da água são relatadas na literatura. Vieira *et al.* (2005) fazem referência à experiência de Melbourn Water – Austrália, de 1999, onde relata aplicações de ferramentas operacionais para a gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água, com resultados animadores para o bom desempenho no controle da qualidade da água por parte das entidades gestoras.

A Organização Mundial de Saúde, em sua conferência internacional em Berlim sobre as “Estratégias de Gestão de Riscos em Água para Consumo Humano”, em 2003, apresentou e discutiu os pressupostos teóricos e as especificidades de aplicação prática de ferramentas operacionais para a gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água, desenvolvendo o conceito de Plano de Segurança da Água para Consumo Humano - PSA (Vieira *et al.*, 2005).

Vieira *et al.* (2005) citam a experiência-piloto que aconteceu na empresa Águas do Cávado S.A., no período de 2003-2004, em Portugal, o qual motivou o interesse do Instituto Regulador de Águas e Resíduos - IRAR para a elaboração de um manual que servisse de instrumento de apoio às entidades gestoras portuguesas no desenvolvimento e aplicação de planos de segurança da água.

O PSA pode ser definido como um documento que identifica e prioriza riscos potenciais que podem ser verificados em um sistema de abastecimento, incluindo todas as etapas, desde as origens do manancial até a torneira do consumidor, estabelecendo medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los e estabelecer processos para verificar a eficiência da gestão dos sistemas de controle e a qualidade da água produzida. O seu principal objetivo é o de garantir a qualidade da água para consumo humano por meio da utilização de boas práticas no sistema de abastecimento de água, tais como: minimização da contaminação nas origens da água, remoção da contaminação durante o processo de tratamento e a prevenção de pós-contaminação no decurso de armazenamento e distribuição da água.

A primeira etapa do plano PSA deve envolver o desenvolvimento das bases técnicas necessárias para a avaliação de processos, de modo a identificar os perigos e avaliar os riscos que lhe estão associados. Em várias situações, a entidade gestora não tem competência da gestão da água na bacia hidrográfica, não podendo, diretamente, controlar a qualidade das suas origens. O PSA, porém, deverá incluir todos os aspectos relacionados com as fontes de água e o seu controle de qualidade, podendo, nesse caso, constituir um elemento decisivo para que esta entidade possa envolver os órgãos competentes, à escala da bacia hidrográfica, na adoção de medidas de proteção da qualidade da água.

Ações nacionais à segurança da qualidade da água

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos tem entre seus objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. Para isso devem ser considerados os aspectos relacionados à qualidade da água na gestão dos recursos hídricos (Brasil, Lei Federal nº 9.433/1997). A gestão deve trabalhar, de forma indissociável, os aspectos de quantidade e qualidade, bem como a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental. É necessário, entretanto, que o modelo institucional contenha mecanismos adequados ao controle e monitoramento das companhias estaduais de saneamento básico e dos serviços municipais de água e esgoto. Essas entidades deverão ser regulamentadas com o objetivo de evoluírem de empresas voltadas exclusivamente a atividades econômicas para a condição de prestadoras de serviços públicos, com responsabilidade de promover o desenvolvimento social e preservar a saúde pública dos usuários.

Soluções efetivas para os desafios da qualidade da água existem e já foram implementadas em diversos lugares. A ênfase atual é proteger e melhorar a qualidade das reservas de água doce da Terra. Há três soluções básicas para os problemas de qualidade da água: (1) prevenir a poluição; (2) tratar a água poluída; e (3) restaurar ecossistemas. Prevenir contra a poluição significa reduzir ou eliminar os contaminantes na fonte, antes que possam poluir os recursos hídricos. Quase sempre, esta é a forma mais econômica, fácil e efetiva de proteger a qualidade da água (ANA, 2011, p.17). As estratégias de prevenção da poluição reduzem ou eliminam o uso de substâncias perigosas, poluentes e contaminantes; modificam equipamentos e tecnologias para que gerem menos resíduos; e reduzem as emissões fugitivas e o consumo de água. Na medida em que o Planeta assume o desafio de melhorar a qualidade da água, a prevenção contra a poluição deve se tornar prioritária nos esforços internacionais, nacionais, estaduais e locais.

As experiências desenvolvidas no Brasil, voltadas para a qualidade da água, iniciaram em 2001, com a criação do Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas - PRODES. Conhecido como “Programa de compra de esgoto tratado”, o PRODES consiste na concessão de estímulo financeiro pela União, na forma de pagamento (ANA, 2012, p.248). Outro programa da ANA que merece destaque é o “Produtor de Água”, cujo objetivo é a redução da erosão e do assoreamento dos mananciais nas áreas rurais. O programa, de adesão voluntária, prevê o apoio técnico e financeiro à execução de ações de conservação da água e do solo, tais como a construção de terraços e bacias de infiltração, a readequação de estradas vicinais, a recuperação e proteção de nascentes, o reflorestamento de áreas de proteção permanente e reserva legal, o saneamento ambiental etc. Prevê ainda o pagamento de incentivos aos produtores rurais que comprovadamente contribuirão para a proteção e recuperação de mananciais (ANA, 2012, p.252).

Em 2005, a ANA lançou o “Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil”, estudo pioneiro que agregou dados de redes estaduais de monitoramento. O texto apresentou a situação da qualidade das águas superficiais nas 12 regiões hidrográficas brasileiras, correlacionando-a com as atividades econômicas preponderantes. Em 2009, a ANA passou a elaborar anualmente o “Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil”, no qual apresenta diagnóstico amplo da situação da gestão da água no País (ANA, 2012, p.16).

Com o “Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA”, lançado em 2010 também pela ANA, ampliou-se o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil, importante instrumento para a orientação de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água interiores. A rede básica de qualidade de água da ANA conta hoje com 1.340 pontos em todo o País, onde são feitas análises de parâmetros básicos como pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura (ANA, 2012, p.21). Esta ação, de âmbito federal. Foi primordial para a correta gestão e uso múltiplo das águas, preconizados pela Política Nacional de Recursos Hídricos, dado que nem todos os Estados brasileiros tinham ou têm condições de monitorar e controlar a qualidade de suas águas, seja pelos elevados custos da logística envolvida, seja pela ausência de pessoal capacitado para a tarefa, o que resultava em verdadeiros vazios no monitoramento.

Os dados do PNQA apontam para a necessidade de ampliação de ações de monitoramento e aprofundamento da análise de tendências, de modo a quantificar os impactos das fontes poluidoras e a efetividade das ações de gestão sobre a qualidade das águas. Análises desse tipo serão importantes ao longo dos próximos anos, diante da perspectiva de aumento dos investimentos em saneamento no Brasil e da necessidade de se acompanhar os processos de implementação do enquadramento (ANA, 2012, p.228).

Ações relativas à segurança de qualidade da água no Estado do Ceará

A política de recursos hídricos do Estado do Ceará ratifica o previsto na Lei Federal, quando exprime a necessidade de “assegurar que a água, recurso natural essencial à vida e ao desenvolvimento sustentável, possa ser ofertada, controlada e utilizada em padrões de qualidade e de quantidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo o território do Estado do Ceará” (Ceará, Lei Estadual, nº 14.844/2010). Além disso, menciona em seus princípios que o gerenciamento deve ser integrado, descentralizado e participativo, sem a dissociação dos aspectos qualitativos e quantitativos.

O Ceará inicia a gestão dos recursos hídricos em 1993, com a criação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, (Ceará, Lei nº 12.217/1993), órgão vinculado à Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará – SRH/CE, visando a gerenciar os recursos hídricos quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos, de domínio do Estado ou da União, por delegação,

praticando uma política de gerenciamento de recursos hídricos baseada na gestão da oferta e demanda de água e nos usos múltiplos.

Com o agravamento da poluição nos corpos hídricos, foram iniciadas, em 1998, atividades de monitoramento qualitativo da água bruta. A COGERH, para proporcionar a descentralização do gerenciamento das águas, foi estruturada com sede em Fortaleza e oito gerências distribuídas no Estado, as quais exercem o papel de secretaria executiva dos comitês de bacias (Teixeira, 2004).

A rede de monitoramento da qualidade da água da COGERH abrange 144 açudes e os vales perenizados dos principais rios do Estado, os principais canais adutores e algumas lagoas (COGERH, 2014).

A frequência com que são realizadas as coletas é variável e depende da importância estratégica de cada corpo hídrico, podendo o monitoramento ser em escala mensal, como nas transferências hídricas para Fortaleza, ou trimestral, nos demais açudes. São calculados o Índice de Qualidade de Água - IQA e o Índice de Estado Trófico - IET. Com a divulgação dos dados do monitoramento, buscaram-se as causas para a degradação da qualidade.

Nesse contexto, em 2008, a COGERH concebeu o “Inventário Ambiental de Açudes”, com a finalidade de, além de calcular o IQA e IET, levantar os fatores condicionantes da deterioração da qualidade da água de cada reservatório inventariado. Dentre os reservatórios selecionados, pode-se citar os açudes Acarape do Meio, Angicos, Arrebita, Ayres de Souza, Banabuiú, Cachoeira, Canafístula, Carnaubal, Castanhão, Castro, Caxitoré, Colina, Curral Velho, Edson Queiroz, Flor do Campo, Forquilha, General Sampaio, Itaúna, Olho d’ Água, Orós, Pacajus, Pacoti, Quincoé, Quixeramobim, Riachão, Rivaldo de Carvalho, Rosário, Serafim Dias, Sítios Novos (COGERH, 2013).

O “Inventário Ambiental de Açudes”, ação inovadora do Ceará em relação aos demais estados da Federação, criou condições para se conhecer as fontes potenciais de poluição situadas na bacia hidrográfica de cada açude estudado. O monitoramento da qualidade das águas, implementado paralelamente, permitiu acompanhar-se melhor a evolução destes reservatórios. A título de exemplo, pode-se citar o caso do açude Acarape do Meio, na bacia do Alto Pacoti. Reservatório estratégico para o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, o Inventário detectou diversas fontes potenciais de poluição distribuídas em toda a bacia do Alto Pacoti, as quais podem influenciar consideravelmente a composição das águas do açude. De acordo com o Portal Hidrológico do Ceará (COGERH, 2015), o açude Acarape do Meio apresenta suas águas em estado eutrófico, em de fevereiro de 2015.

Em função do conhecimento gerado pelo Inventário, o Estado do Ceará assinou, em dezembro de 2013, acordo de empréstimo com o Banco Mundial, para apoiar o Projeto de Apoio ao Crescimento Econômico com Redução das Desigualdades e Sustentabilidade Ambiental do Estado do Ceará – Programa para Resultados (PforR Ceará). O objetivo do Projeto é garantir a continuidade dos investimentos em áreas estratégicas do Estado, de forma a promover um crescimento econômico que privilegie a inclusão social e seja ambientalmente sustentável. O Projeto inclui vários subprogramas, entre eles o de qualidade da água, onde foram selecionadas ações a serem desenvolvidas e implementadas, tais como os planos de segurança hídrica para bacias hidrográficas (Ceará, 2013). Os avanços aconteceram na etapa de conhecimento real do problema. Contudo as ações corretivas ainda encontram em fase de contratação.

A Cogerh, com sua experiência em monitoramento da qualidade da água superficial desde a década de 1990, é inserida em 2014 na Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (RNQA), gerenciada pela ANA. Fazem parte da Rede Nacional 18 Unidades da Federação que já possuem redes de monitoramento (ANA, 2014).

Com intuito de articular-se com o órgão ambiental, foi firmado um convênio entre a Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE a COGERH e a SRH/CE. A SEMACE, vinculada ao Conselho de Políticas e Gestão de Meio Ambiente – CONPAM, iniciou, em 2009, o “Programa de Monitoramento Ambiental das Águas Superficiais dos principais rios do Estado do Ceará e seus afluentes”. O Programa consiste no acompanhamento sistemático das condições de qualidade ambiental, com vista ao fornecer os elementos essenciais ao planejamento e à gestão do ambiente, por meio do monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos, avaliando também as concentrações de metais pesados dos corpos d’água selecionados, sendo, também, um dos indicadores da gestão conforme resultados do órgão (SEMACE, 2013). As ações de monitoramento da COGERH e a SEMACE colaboraram ainda com o PNQA, da ANA.

A partir das experiências obtidas, pode-se propor uma metodologia de PSA para a bacia hidrográfica com as seguintes etapas:

- Identificação as fontes de poluição e os agentes poluidores.
- Identificação das normatizações que regulamentam o lançamento dos efluentes nos corpos hídricos ou na paisagem.
- Identificação das instituições competentes para fiscalizar o lançamento de efluentes nos corpos hídricos ou na paisagem.
- Desenvolvimento de uma matriz de competências constando das atividades poluidoras e das instituições responsáveis; cada elemento da matriz contém informações do marco legal e da realização, ou não, de ações corretivas.

Adicionalmente, pode-se pensar no desenvolvimento de um modelo para quantificar os impactos nos corpos d'água gerado pelo descumprimento das normas legais. Um estudo nesta linha está sendo desenvolvido na Universidade Federal do Ceará (UFC).

Conclusão

O controle sobre o uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica torna-se ferramenta de suma importância para a manutenção da segurança da qualidade da água, principalmente em reservatórios estratégicos. A identificação e o controle das fontes de poluição na bacia devem ser vistos como essenciais à implantação dos instrumentos da gestão ambiental e dos recursos hídricos, permitindo a obtenção de informações estratégicas, acompanhamento das medidas efetivas, atualização dos bancos de dados e o direcionamento das decisões. O conhecimento da realidade é fundamental para a identificação dos interesses de uso em relação a um determinado corpo d'água.

O gerenciamento dos recursos hídricos praticado no Ceará objetiva o monitoramento da quantidade e qualidade. No entanto, o modelo implantado no Estado tem um foco maior na quantidade de água do que a qualidade, uma vez que as ações a serem implantadas com o intuito de amenizar a poluição dos corpos hídricos dependem de vários órgãos, entre eles os ambientais e de saneamento básico.

No Estado do Ceará já foram realizadas algumas ações visando amenizar a poluição das águas nos corpos hídricos. O primeiro PSA, em âmbito de bacia hidrográfica, está em fase de contratação, podendo vir a ser o pioneiro do País.

Os resultados obtidos com a implantação destes programas sugerem a necessidade de formulação de um modelo de gestão de qualidade da água inovador, com foco nas instituições. Tal modelo deve ser adequado à realidade da bacia hidrográfica, e deve conter, no mínimo, o levantamento das fontes de poluição das águas na bacia, a identificação do agente gerador da poluição e das instituições com competência legal para solucionar (ou amenizar) o problema.

Referências bibliográficas

- Abreu, L.M. de, Granemann, S.R., Gartner, I., Bernardes, R.S. (2000) Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **4**(2), 257-262. Acesso em 11 de março de 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v4n2/v4n2a21.pdf>
- ANA, Agência Nacional de Águas (2014) *Lançamento da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (RNQA)*. Brasília – DF. Acesso em 4 de novembro de 2014. Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12429

- ANA, Agência Nacional de Águas (2012) *Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil*. Brasília - DF, Acesso em 21 de novembro de 2013. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf
- ANA, Agência Nacional de Águas (2011) *Cuidando das Águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente*. Brasília – DF, 160 pp.
- Brasil, Presidência da República Casa Civil (1997) *Lei Federal nº 9.433 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*, Publicação Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília – DF, 09 de janeiro de 1997. Acesso em 20 de junho 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm
- Cammarota, M.C. (2013) *EQB-365*, Biotecnologia Ambiental. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Química. Rio de Janeiro – RJ, 109pp. Acesso em 22 de junho 2013. Disponível em: http://www.eq.ufrj.br/docentes/magallicamarota/2013/apostila_eqbB365.pdf
- Capra, Fritjof. (2002) *As Conexões Ocultas - Ciência para uma vida sustentável*. Tradução. Marcelo Brandão Cipolla. Editora Cultrix, São Paulo – SP, 296 pp.
- Ceará (2013) *Projeto de Apoio ao Crescimento Econômico com Redução das Desigualdades e Sustentabilidade Ambiental - PforR Ceará. Contrato de Empréstimo N° 8302-BR*. Acesso em 20 de fevereiro 2015. Disponível em: http://www2.ipece.ce.gov.br/SWAP/p4r/documentacao/TR_227_C_IPECE_loan_agreement.pdf
- Ceará, Governo do Estado do Ceará (2010) *Lei Estadual nº 14.844 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SINGERH*, e dá outras providências, Publicação Diário Oficial do Estado, Série 3, Ano I nº245, 30 de dezembro de 2010. Acesso em 20 de junho 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/IFCE/Downloads/Lei%20no%2014844%20.pdf>
- Ceará, Governo do Estado do Ceará (1993) *Lei Estadual nº 12.217 - Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH*, e dá outras providências, Publicação Diário Oficial do Estado nº 16.183 (Parte I), pg.01, 24 de novembro de 1993. Acesso em 20 de junho 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/IFCE/Downloads/Lei%20N%C2%B0%2012.217,%20de%2018%20de%20Novembro%20de%201993%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/IFCE/Downloads/Lei%20N%C2%B0%2012.217,%20de%2018%20de%20Novembro%20de%201993%20(2).pdf)
- CGEE e ANA (2012) *A Questão da Água no Nordeste*. Coordenação: Magalhães, A.R., Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e Agência Nacional de Águas (ANA). Brasília - DF, 436 pp. Acesso em 20 de junho de 2014. Disponível em: http://www.cgee.org.br/publicacoes/agua_nordeste.php
- COGERH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2015) *Monitoramento Quantitativo e Qualitativo dos Recursos Hídricos, Campanha Novembro/2014*. Acesso em: 03 de fevereiro de 2015. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/qualidade/eutrofizacao>
- COGERH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2014) *Monitoramento Quantitativo e Qualitativo dos Recursos Hídricos, Campanha Agosto/2014*. Acesso em: 20 de agosto de 2014. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/qualidade/eutrofizacao>
- COGERH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2013) *Inventários Ambientais de Açudes*. Acesso 3 de outubro de 2013. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/aceso-rapido/inventarios-ambientais>
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) *Resolução nº. 357 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento*, Publicação Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília – DF, nº 53, Seção 1, páginas 58-63, de 18 de março de 2005. Acesso em: 3 de outubro de 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>
- Costa, Carla R., Olivi, Paulo; Botta, Clarice M.R., Espindola, Evaldo L.G. (2008). A Toxicidade em Ambientes Aquáticos: Discussão e Métodos de Avaliação. *Revista Química Nova*, **31**(7), 1820-1830. São Paulo-SP. Acesso em 30 de outubro de 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n7/v31n7a38.pdf>

- Ekka, S. (2004) *Phosphorus Retention and Sediment-Phosphorus Interactions in Point-Source-Impacted Ozark Streams. Appendix G - Illinois River Historical Report*. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Biological and Agricultural Engineering, University of Arkansas. Acesso em 10 de janeiro de 2014. Disponível em: www.epa.gov/region6/water/ecopro/watershd/.../ill_kings_appg.pdf
- Gastaldini, M.C.C, Mendonça, A.S.F. (2003) *Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas*. Organizadores: João Batista Dias de Paiva e Eloíza Maria Cauduro, ABRH, Porto Alegre, cap.15, 429-452.
- Leite, Alfredo E. de Barros (2004) *Simulação do lançamento de esgotos domésticos em rios usando um modelo de qualidade d'água, SisBAHIA*. Rio de Janeiro – RJ. Dissertação. Mestrado em Saúde Pública, Saneamento Ambiental, Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz (DSSA - Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental/ ENSP - Escola Nacional de Saúde Pública/FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz), 94pp, 10 a 11.
- Magalhães Júnior, A. P. (2007) *Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 688pp.
- Merten, Gustavo H, Minella, Jean P. (2002) Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. EMATER/RS, **3**(4), 33-38. Porto Alegre-RS. Acesso em 20 de maio de 2014. Disponível em: http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n4/artigo2.pdf
- Meybeck, M., Helmer, R. (1996) *Chapter 1 - An Introduction to Water Quality in: Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition. Edited by Deborah Chapman. UNESCO, WHO, UNEP, E & FN SPON. Londres, 21pp.
- Miller, G. Tyler (2011) *Ciência Ambiental*. Cengage Learning Edições Ltda., São Paulo, 501pp.
- Pereira, R.S. (2004) Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos - RERH.*, **1**(1), jul/set 2004, 20-36. Acesso em 20 de setembro de 2013. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>
- Porto, M. F. A. (2011) *Módulo III - Aspectos Qualitativos da Gestão de Recursos Hídricos*. In: Curso de Mestrado Profissional em Gestão de Recursos Hídricos, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Fortaleza - CE. Aula/CD ROOM, Fortaleza-Ceará.
- Rebouças, Aldo da C. (1997) *Água na Região Nordeste: desperdício e escassez*. *Estud. av.*, Jan./Apr. 1997, **11**(29), 127-154. Acesso em 10 de setembro de 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141997000100007&script=sci_arttext
- Rocha, A.S., Lougon, M.S., Garcia, G. de Oliveira. (2009) *Influência de Diferentes Fontes de Poluição no Processo de Eutrofização*. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA)*, **4**(3), 61-69.
- SEMACE, Superintendência Estadual do Meio Ambiente (2013) *Relatório de Atividades Geamo – 2012*, Governo do Estado do Ceará, Conselho de Políticas e Gestão de Meio Ambiente e Superintendência Estadual do Meio Ambiente - Gerência de Análise e Monitoramento. Fortaleza – Ce, 25 pp.
- Silva, D. David da e Pruski, F.F. (2000) *Gestão de recursos hídricos; aspectos legais, econômicos e sociais*. Editores - Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: ABRH, 659pp.
- Souza Filho, Francisco de A. de, Campos, J.N.B., Aquino, S.H.S. de (Organizadores), (2013) *Gerenciamento de Recursos Hídricos no Semiárido*. Editores - Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: ABRH, 659 pp.
- Souza, R.M.G.L. de (2008) *Princípios e métodos utilizados em segurança da água para consumo humano*. São Paulo – SP, 54pp. Acesso em 5 de fevereiro de 2014. Disponível em: ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/DOMA/seguranca_agua.pdf
- Teixeira, F.J.C. (2004) *Modelo de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Análises e Proposta de Aperfeiçoamento do Sistema do Ceará*. 1ª Edição, Banco Mundial e Ministério da Integração Nacional, Brasília, DF, 89 pp.



- Vieira, J.M.P, Morais C. (2005) *Plano de Segurança da Água para Consumo Humano em Sistemas Públicos de Abastecimento*. Edição: Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Universidade do Minho. Impressão: SIG – Soc. Industrial Gráfica Lda., Portugal. 173pp.
- Von Sperling, M. (2005) *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos - Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte - MG, v.01. 3ª Edição. 452pp.