

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ENQUADRAMENTO DE CORPOS HÍDROS INTERMITENTES: a necessidade de uma abordagem específica.

Yara Borba Formigoni¹; Arisvaldo Mélllo²; Monica Ferreira do Amaral Porto³; Ana Paula Z. Brites⁴ e Rogério Chagas⁵

RESUMO - O enquadramento de corpos hídricos segundo seu uso preponderante é o instrumento da Política Brasileira de Recursos hídricos que objetiva a garantia da qualidade dos corpos hídricos. A aplicação deste instrumento em corpos hídricos intermitentes, ainda que a necessidade do tratamento específico seja pronunciada na legislação, pouco tem sido discutida e aplicada. Tal situação leva a uma subutilização do instrumento e a um conseqüente prejuízo ambiental. Este trabalho busca então levantar a discussão sobre o tema, apresentar casos brasileiros e internacionais da definição de critérios de qualidade hídrica para rios intermitentes e apresentar parte do trabalho de diagnóstico hídrico qualitativo e quantitativo que está sendo desenvolvido no Projeto Bacias Críticas, para a formulação do enquadramento de corpos d'água em uma bacia de rios intermitentes em Sergipe.

ABSTRACT- The framework of water bodies according to their predominant use is the instrument of the Brazilian Water Resources Policy which aims at ensuring the quality of water bodies. The application of this instrument in intermittent water bodies, although the need for specific treatment is pronounced in the legislation, little has been discussed and applied. This situation leads to an underutilization of the instrument and the consequent environmental damage. This paper then seeks to raise discussion on the topic, present cases of Brazilian and international definition of water quality criteria for intermittent rivers and present part of the diagnostic work water quality and quantity that is being developed in Projeto Integra (Integra Project), for the formulation of framework of water bodies in an intermittent river basin in Sergipe.

Palavras Chave: rio intermitente, enquadramento, gestão de recursos hídricos.

¹ Mestranda do Programa de Ciências Ambientais da Universidade de São Paulo. Av. Prof. Almeida Prado, 83 trav. 2, Cidade Universitária, Cep 05508-900, São Paulo/SP Email: yarabf@gmail.com

² Professor da EPUSP, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Email: arimellojr@gmail.com

³ Professora Titular da EPUSP, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Email: mporto@usp.br

⁴ Doutora pela EPUSP, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Email: ana.brites@fcth.br

⁵ Mestre pela Universidade Federal de Sergipe. Email: rmoreirachagas@yahoo.com

1. O ENQUADRAMENTO DE CORPOS HÍDRICOS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO

O Enquadramento dos corpos de água em classes segundo seu uso preponderante é o estabelecimento de metas de qualidade para trechos hídricos de acordo com o uso a que este se destina. É um dos instrumentos assegurados na Política Nacional de Recursos Hídricos, fundamental para a gestão de recursos hídricos e o planejamento ambiental, congregando questões qualitativas e quantitativas. O enquadramento estabelece seus objetivos de qualidade hídrica atrelados a uma dada vazão de referência, visando assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que foram destinadas e diminuir os custos de combate à poluição. Estes objetivos são baseados não necessariamente na condição atual dos corpos d'água, mas nos níveis de qualidade que estes deveriam possuir para atender as necessidades da sociedade. O enquadramento aplica-se aos corpos de água doces, salobros e salinos. Isto representa grande variedade de ambientes, tais como: rios, córregos, estuários, águas costeiras, várzeas, reservatórios, açudes, rios intermitentes e águas subterrâneas (ANA, 2009), exigindo que o processo de formulação do enquadramento seja flexível o suficiente para congregar as especificidades de cada ambiente e esteja adaptado tecnicamente aos mesmos.

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17.03.2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Esta resolução surge para modernizar e flexibilizar a classificação de corpos hídricos no país através, por exemplo, dos conceitos de metas progressivas intermediárias e final, bem como no tratamento a corpos hídricos intermitentes que poderão ter metas de qualidade variáveis ao longo do ano.

Ainda nesta resolução são apresentados os limites de concentração para diversas variáveis indicativas da qualidade hídrica de acordo com a classe de uso. Para a formulação do enquadramento, deverão escolhidas as variáveis que são representativas das ameaças a que a bacia é sujeita. Neste sentido, o monitoramento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos se faz fundamental, não havendo a possibilidade de enquadrar trechos hídricos sem que se conheça a qualidade de suas águas nem o comportamento de seu regime. É necessário que o monitoramento seja constante para que o rio seja bem representado. A falta de dados de monitoramento hidrológico aflige grande parte das regiões brasileiras, como por exemplo, a região semi-árida.

O enquadramento está atrelado ao uso que se dá para a água. Ao se definir o uso de água prioritário da bacia e sua respectiva classe, automaticamente se elege os objetivos de qualidade e ambientais a serem alcançados (Porto, 2002). É neste sentido que o enquadramento deve representar a expectativa da comunidade sobre a qualidade de água e os recursos a serem investidos na bacia. O enquadramento juntamente com o Plano de bacias hidrográficas é classificado por Porto e Lobato

(2004) como instrumentos de construção de consensos através de processos participativos que concedem espaços para inserção da sociedade civil e de agentes econômicos com interesses particulares (públicos e privados) nos processos de negociação.

Os procedimentos gerais para o enquadramento de corpos hídricos superficiais e subterrâneos são dispostos na Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 91 de 2008. Nela estão elencados os itens necessários a proposta de enquadramento bem como sua abrangência. Por meio desta resolução, a elaboração da proposta de enquadramento deverá conter as seguintes etapas: diagnóstico, prognóstico, propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento e o programa para a efetivação.

O enquadramento não tem por objetivo a simples classificação dos corpos hídricos ou metas de qualidade a serem alcançadas, mais do que isto, este instrumento tem caráter planejador na bacia e deve ser encarado em conjunto com os demais processos decisórios da bacia. O uso e a ocupação do solo no entorno da bacia reflete diretamente na qualidade hídrica da mesma, e é fator essencial para o processo de enquadramento. Além disso, os objetivos a serem atingidos com a classificação e enquadramento das águas orientam os processos de decisão de outorgas, uso da água, a cobrança e os planos da bacia. O enquadramento hídrico é, portanto um elo importante entre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) (ANA, 2009).

Embora de elevada importância para sociedade e para o meio ambiente, a implementação do enquadramento de corpos hídricos ainda não é usual. Brites et al (2009) atenta que este fato ocorre devido a falta de conhecimento sobre o instrumento, dificuldades metodológicas, falta de ações em gestão e de recursos para sua efetivação. Evidenciando a necessidade de aprimoramento técnico, legislativo e metodológico para a aplicação de tal instrumento.

2. O ENQUADRAMENTO DE RIOS INTERMITENTES

A Resolução CONAMA 357/2005 prevê o enquadramento de todos os corpos hídricos superficiais nas classes estabelecidas, porém não define procedimentos ou limites de classe específicos para rios intermitentes. No entanto, considera que rios intermitentes ou corpos hídricos em que a vazão apresenta sazonalidade significativa poderão ter metas de enquadramento variáveis ao longo do ano. A variabilidade das metas de qualidade para corpos hídricos intermitentes se fundamenta no fato que tais corpos hídricos apresentam grande discrepância das vazões durante o ano e, portanto, diferentes capacidades de diluição de efluentes e uso. A definição de um objetivo único de qualidade hídrica para dois períodos hidrológicos distintos, o período seco e o úmido,

ocasionaria sérios danos ambientais a bacia e/ou um subaproveitamento do recurso hídrico disponível.

Quanto ao despejo de efluentes em corpos de água intermitente, segundo o CONAMA, os órgãos ambientais competentes definirão as condições específicas para o lançamento. O lançamento de efluentes indiscriminadamente é prejudicial à qualidade da água tanto no período de escassez como no período de cheias, podendo comprometer também trechos hídricos a jusante.

Na Resolução CNRH 91/2008, que dispõem sobre os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, o processo de enquadramento deverá considerar as especificidades dos corpos de água de vazão e regime intermitente.

Ainda que a necessidade de tratamento especial esteja pronunciada nos documentos referentes ao enquadramento, a aplicação de tal instrumento em rios intermitentes ainda é incipiente e pouco discutida. A indefinição acerca dos procedimentos para rios intermitentes acaba por comprometê-los, uma vez que a falta de regulação de tais águas não impede seu uso.

Nas leis estaduais do Sistema de Gerenciamento de todos os estados pertencentes à área delimitada como semiárido brasileiro, o enquadramento de corpos hídricos nas classes de uso é mencionado. Ainda que em alguns estados como no Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte o enquadramento dos corpos hídricos em classes de uso não esteja elencado com instrumento de Gestão, a necessidade de monitoramento da qualidade de água de acordo com seu uso predominante, é estabelecida.

No ano de 2003 foi elaborado o Programa de Enquadramento dos Cursos d'Água do Estado de Sergipe que enquadraram todos os rios pertencentes ao Estado. A metodologia deste programa foi norteadada pela Resolução CONAMA 20/1986. Para análise da qualidade hídrica foram realizadas três análises sendo a primeira para a identificação de possíveis pontos relevantes ao estudo e as duas demais já com os pontos definidos para monitoramento. Na metodologia, porém não há indicação de quais períodos do ano foram realizadas as coletas de qualidade hídrica e tampouco considerações acerca da vazão dos rios enquadrados. Deste modo as características dos rios intermitentes da região não foram consideradas quando da proposta de enquadramento. A não correlação dos dados de monitoramento de qualidade com os de vazão trazem informações insuficientes para o enquadramento, uma vez que este busca unir os aspectos qualitativos e quantitativos. Em 2009 a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (SEMARH) realizou um ajuste no enquadramento dos rios estaduais, uma vez que estes eram enquadrados sob a CONAMA 20/1986. Foi realizada a atualização do enquadramento anterior de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. Não houve novo programa de enquadramento, a nomenclatura anterior foi adaptada a nova resolução. Este reenquadramento na CONAMA 357/2005 ocorreu sem que se

fizesse uso de ferramentas importantes estipuladas pela resolução, como as metas intermediárias de qualidade hídrica e a variabilidade de metas para corpos hídricos com vazões sazonais.

A necessidade de uma formulação metodológica específica para rios intermitentes levou o Grupo de Recursos Hídricos da Universidade Federal da Bahia a desenvolver uma Proposta Metodológica para enquadramento dos corpos de água em bacias de regiões semiáridas (PROENQUA) e teve como base uma proposta de enquadramento aplicada à bacia do Rio Salitre no estado da Bahia, a fim de suprir a omissão do enquadramento destes corpos na legislação brasileira (Medeiros et al, 2009). A metodologia proposta abrange as etapas de diagnóstico, prognóstico e elaboração e apresentação de propostas, seguindo as diretrizes estabelecidas pela Resolução CNRH 12/2000 (vigente na data de formulação do projeto). A metodologia é baseada na construção participativa do enquadramento e conta com a participação da comunidade em todas as fases, abrangendo seminários nas comunidades da bacia e entrevistas locais. Iniciando a discussão e trabalhos metodológicos sobre o tema no Brasil.

Fiuza et al (2003) propõem que para rios intermitentes que abriguem atividades de: (i) Dessedentação humana; (ii) Locomoção através do seu canal desde que não efetuada através de veículos motorizados; (iii) Harmonia paisagística; (iv) Preservação de espécies animais e vegetais, seja criada a classe específica “trecho intermitente”, não podendo haver despejo de efluentes, salvo se sua qualidade for igual ou superior a do trecho de jusante. As atividades de tomada de água só serão aceitas para abastecimento público devendo as demais passar por prévia avaliação. A metodologia desenvolvida para o enquadramento do Rio Salitre abrange um ponto importante do enquadramento que é a ferramenta construída a partir da participação social. O enquadramento permite a participação da sociedade na formulação de objetivos de qualidade hídrica e por consequência nos objetivos de melhoria ambiental.

O Projeto Integra e sua meta física voltada ao enquadramento de rios intermitentes objetiva aplicar os avanços metodológicos e tecnológicos desenvolvidos no projeto, referentes à formulação do instrumento enquadramento de corpos hídricos em classes de uso, e observar as adaptações necessárias a corpos hídricos intermitentes.

3. ESPECIFICIDADES AMBIENTAIS DE RIOS INTERMITENTES

Corpos hídricos intermitentes são em geral, característicos de regiões de clima árido e semiárido. A literatura apresenta várias definições para rios intermitentes, mas basicamente considera aqueles que têm seu fluxo dependente de fontes de água sazonais, como chuvas ou águas advindas de derretimento de geleiras, dependendo da região onde está inserido. Em períodos de estiagem, rios intermitentes têm trechos com vazão que chega a zero. Já em épocas de cheias o rio

volta a correr, podendo apresentar trechos secos alternados com trechos de fluxo de água contínuo (Villela, 1975).

Os estados de Arizona e Kansas nos Estados Unidos (EUA) definem rios intermitentes de maneira similar. Para estes, rios intermitentes apresentam-se acima do lençol freático e com fluxo contínuo de água em determinadas épocas do ano quando recebe água de uma fonte de superfície, como chuvas ou derretimento de geleiras (Arizona, 2008) (EPA, 1980). O estado de Idaho, também nos EUA, considera rio intermitente o córrego ou massa de água que, naturalmente, tem um período de fluxo zero em pelo menos uma semana, durante anos. E alterando a definição tradicional, considera também, que onde exista monitoramento de vazão, é considerado intermitente o trecho que possui vazão $Q_{7,2}$ (vazão dos sete dias consecutivos mais secos no período de recorrência de dois anos) menor que $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (Idaho, 2008).

A vazão tendente a zero pode então caracterizar um rio como intermitente, uma vez que a vazão é tão baixa que não permite a utilização do recurso. Outra consideração a respeito de vazões extremamente baixas é que, de acordo com a densidade demográfica da bacia e seus lançamentos pontuais no corpo hídrico, a vazão representada em certo trecho pode não representar a vazão natural e sim, a vazão de lançamento de efluentes no corpo hídrico.

No Brasil 21% do território é classificado de clima semiárido. Em 2005 o Ministério da Integração Nacional (MI) delimitou a nova área do semiárido brasileiro seguindo três critérios: (i) precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; (ii) Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e (iii) risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990. São 1.133 municípios que se encaixam em tais pré-requisitos e se beneficiarão de bônus de adimplência de 25% dos recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), enquanto no restante da Região Nordeste esse percentual é de 15% (Ministério da Integração Nacional, 2005).

O semiárido brasileiro apresenta três fases hidrológicas (Maltchik, Medeiros, 1999). (i) Re-umedecimento: Início das enchentes na estação chuvosa formando pequenos córregos; (ii) Fase Úmida: Fluxo superficial contínuo que pode ser de semanas (para pequenos córregos) ou meses (rios maiores), ocorrendo em anos chuvosos; e (iii) Fase Seca: Ausência de chuvas. Assim como em outros climas, os períodos chuvosos e os secos no semiárido não são uniformes, tanto em duração como em intensidade. Existem anos chuvosos com índices pluviométricos mais altos ou mais baixos que a média e existem períodos de seca extrema ou mais amena.

Eventos extremos de secas e de cheias tornam particulares a região árida e semiárida. As cheias ocorrem em resposta a um evento de precipitação de alta intensidade e são responsáveis pelo carregamento de sedimentos na bacia. As secas podem durar entre 1 a 11 meses no ano (Barcelò,

Saubater, 2010). A seca é agravada, pois esses rios não recebem água do lençol freático, uma vez que este se encontra em nível inferior ao do leito do rio (Villela, 1975). A capacidade de produção de água subterrânea é baixa, esta característica se dá pela baixa pluviosidade, alta evapotranspiração e baixa capacidade de armazenamento uma vez que em grande parte da região os solos são rasos e o substrato é cristalino (Tucci et al, 2003). A água subterrânea apresenta papel secundário na manutenção de córregos e rios nesta região (Maltchik, Medeiros, 1999).

Os rios intermitentes possuem ecologia própria e o conhecimento mais aprofundado de sua hidrologia e da qualidade hídrica é essencial para a manutenção de seu ambiente. As espécies que vivem em áreas de rios intermitentes são dependentes destes regimes hídricos sazonais. Na bacia do Rio Taperoá, região semiárida paraibana comunidades de perifíton, macrófitas, macroinvertebrados e peixes sofrem grande influência das perturbações hidrológicas em seu funcionamento (Maltchik, 1999). Essas comunidades tendem a se expandir ou desaparecer dependendo do período hidrológico.

A escassez hídrica em regiões semiáridas, torna o uso da água disponível em rios intermitentes essencial, o que muitas vezes pode levar ao seu uso em condições qualitativas impróprias. Os principais problemas relacionados à qualidade de água no Nordeste brasileiro são: salinização dos corpos hídricos, formações cristalinas normalmente salinas, elevados índices de turbidez, assoreamento em importantes bacias e processo crescente de poluição dos recursos hídricos causado principalmente por esgotos domésticos, industriais, matadouros, lixo, fertilizantes químicos e agrotóxicos (Vieira, 1996). Os problemas relacionados à qualidade variam de acordo com a região, tipo de ocupação do solo e fontes de poluição. Em locais com baixa densidade demográfica e vocação agrícola, o problema do lançamento pontual de esgoto sanitário se torna menos importante do que a poluição difusa e agrícola, por exemplo.

Sobral et al (2005) realizaram estudo no rio Ipojuca em Pernambuco a fim de monitorar a qualidade de água em rios intermitentes de modo a representar as fontes poluidoras e seu potencial de poluição. É enfatizada no estudo a necessidade de se avaliar a qualidade de água do corpo hídrico e o controle dos esgotos domésticos e efluentes industriais lançados no rio. No rio Ipojuca como em outros casos brasileiros, os locais e a frequência de amostragem não são ótimos para que se possa caracterizar e avaliar as fontes poluidoras. Não obstante as deficiências apontadas, pontos de coleta localizados a jusante de indústrias sucroalcooleiras da região, revelam uma dependência na qualidade da água em função do período do ano. Ou seja, os valores de pH, Oxigênio dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentam no decorrer do ano valores piores no período seco e valores melhores no período da chuva, evidenciando a necessidade do controle de efluentes principalmente em períodos secos do ano.

Bacias hidrográficas localizadas em regiões de clima árido e semiárido apresentam especificidades climáticas e hidrológicas que devem ser abordadas no processo de gestão dos recursos hídricos. O monitoramento hidrológico nos corpos hídricos se faz essencial neste processo, no entanto no Brasil ainda é ineficiente, especialmente no semiárido.

Os Estados Unidos trazem alguns exemplos que podem ser enriquecedores à discussão de gestão hídrica e definição de critérios de qualidade para rios intermitentes. O Clean Water Act (CWA) protege todas as águas dos EUA incluindo as águas de trechos intermitentes, porém os padrões de qualidade (Water Quality Standards -WQS) são definidos primariamente por cada estado. A competência federal é de estabelecer normas nacionais para redução da poluição e os limites de lançamento de efluentes, enquanto os estados implementam ações e as executam. Cabe aos estados definirem os padrões de qualidade de água (Water Quality Standards – WQS) dos corpos de água em conformidade ao CWA.

A definição do uso para os corpos hídricos é de competência estadual, levando em consideração a demanda e o valor da água para garantir o abastecimento público, a propagação de peixes e fauna selvagem, os fins recreacionais, a agricultura, a indústria e a navegação (Veiga, Magrini, 2009). Como os critérios de qualidade e uso da água são definidos por cada estado, os rios intermitentes poderão ter padrões de qualidade e definições diferentes para cada estado.

No estado de Wyoming os corpos hídricos intermitentes não podem ser enquadrados na classe 1, a mais restritiva. Eles podem ser enquadrados na Classe 2 (que deve assegurar a existência de peixes e o consumo humano); na Classe 3 (que deve assegurar o abrigo de vida aquática, recreação, agricultura e valor paisagístico) e na Classe 4 (que deve assegurar o abrigo de vida aquática, recreação, agricultura, valor paisagístico e indústria). Nos estados do Arizona e em Wyoming caso a vazão do corpo hídrico seja tão baixa que impeça o uso da água, o administrador da qualidade de água pode reduzir a classificação, remover o uso designado ao corpo hídrico, estabelecer sub categorias de uso ou ainda estabelecer critérios específicos através de uma análise de viabilidade (Idaho 2008; Wyoming, 2006).

Em Idaho os padrões de qualidade numéricos só podem ser aplicados nos rios intermitentes durante períodos em que a vazão suporte o uso designado. Para o lazer, o fluxo ideal é igual ou superior a 5 m³/s e para a vida aquática é igual ou superior a 1 m³/s. E os níveis de qualidade do rio intermitente ou de baixo fluxo podem ser alterados, mas a legislação não discorre a respeito da suspensão do uso.

O despejo de efluentes ou o Total Maximun Daily Load (TDML)⁶ deve ser reanalisado caso esteja prejudicando os corpos hídricos a jusante de rios intermitentes ou efêmeros (Arizona , 2008).

⁶ O TMDL é um instrumento de gestão hídrica que define a quantidade máxima diária de um determinado poluente que pode ser lançada em um corpo hídrico por fontes pontuais e difusas para que o corpo hídrico ainda continue a atender aos padrões de qualidade de água estipulados.

Em Wyoming e no Colorado os efluentes, desde que não prejudiquem o ambiente ou o uso, podem ser contabilizados como vazão do rio para o uso.

O sistema de gestão de recursos hídricos americano, que vem se consolidando desde a década de 1970, traz exemplos importantes no tratamento de corpos d'água intermitentes, que consideram as características, o uso, ou a inviabilidade do uso do recurso hídrico na bacia para a definição de critérios de qualidade hídrica.

4. A BACIA DO RIO JACARÉ – SERGIPE

A bacia do rio Jacaré é objeto de estudo do Projeto Integra que avalia o instrumento de gestão (enquadramento de corpos hídricos) em duas bacias críticas, e conta com financiamento FINEP/CT-HIDRO. O objetivo do estudo na bacia do rio Jacaré é dar subsídios para o enquadramento de rios intermitentes e conta com a parceria entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a Universidade Federal do Paraná e a Universidade Federal de Sergipe. Neste trabalho será apresentada parte do estudo realizado na região estudada, visando identificar a necessidade de tratamento específico para o enquadramento, tendo visto que o comportamento hidrológico dos rios é sazonal.

A bacia do rio Jacaré é localizada entre os estados de Sergipe e da Bahia, pertencendo à região hidrográfica do Atlântico Leste (ANA, 2009). A sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré possui uma área e drenagem de aproximadamente 772 km². Na bacia estão inseridos parcialmente seis municípios: Ajustina e Paripiranga, municípios baianos; Poço Verde, Simão Dias, Tobias Barreto e Lagarto, municípios sergipanos (Figura 1). Nesta figura estão destacados os dois rios onde foram realizados o monitoramento e a simulação hidrológica: Rio Jacaré, com 62,82 km de extensão, e o Rio Caiça, com 24,15 km de extensão.

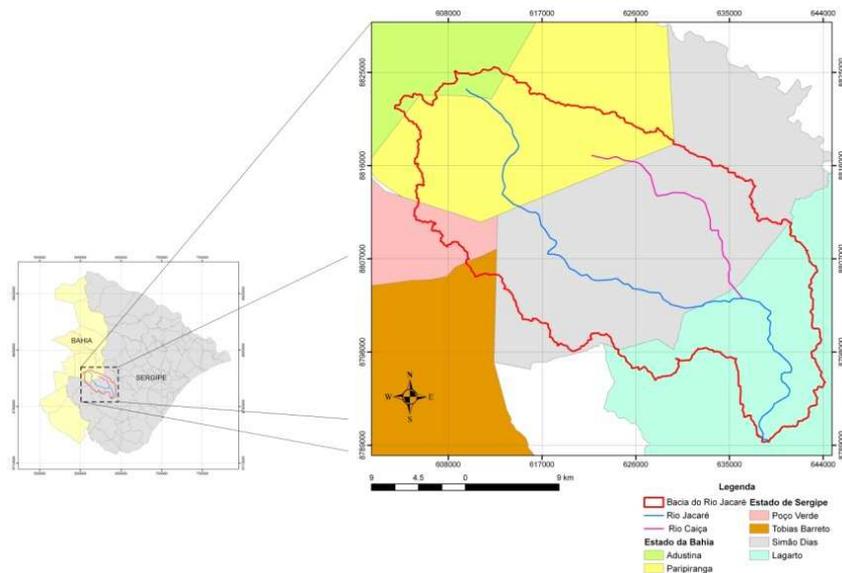


Figura 1 -Bacia do rio Jacaré

Segundo o enquadramento proposto em 2003 de acordo com a resolução CONAMA 20/1986, o rio Caiçá em sua totalidade tem Enquadramento de classe 2 e o rio Jacaré em sua totalidade tem Enquadramento de classe 7. Já na nova proposição, observando que não houve novos estudos visando o reenquadramento, ambos os rios em sua totalidade são classificados em classe 1 de água salobra (SERGIPE, 2009).

Na região estudada não há rede de monitoramento. Para a realização do estudo do Projeto Bacias Críticas, a bacia do rio Jacaré, no estado de Sergipe, foi monitorada mensalmente pelo período de um ano (de fevereiro de 2010 a março de 2011). O monitoramento consistiu na medição de vazões e na coleta de amostras para análise das variáveis indicativas da qualidade da água em dois pontos no Rio Jacaré e em um ponto no Rio Caiçá (Figura 2).

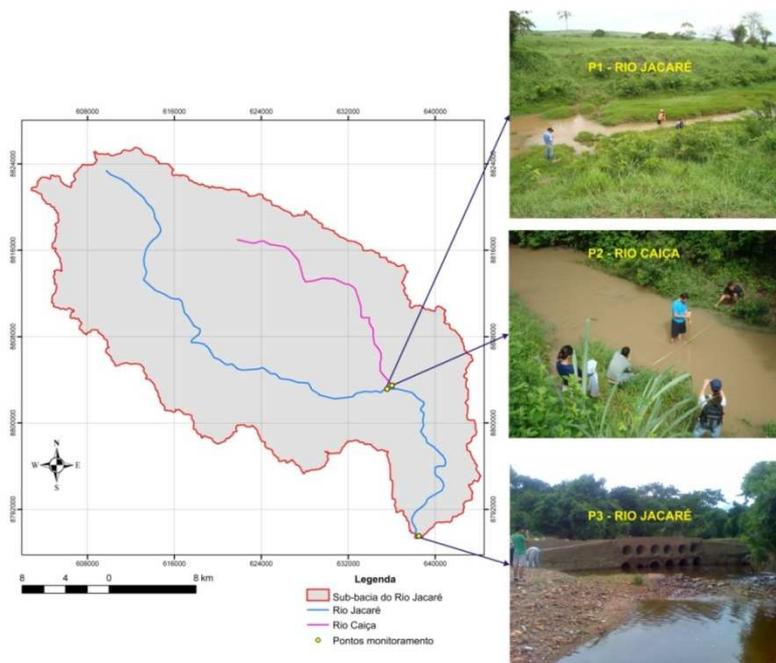


Figura 2 - Pontos de monitoramento na bacia do rio Jacaré - Sergipe.

4.1 A curva de permanência das vazões na bacia do Jacaré.

Com base nos dados de vazão e em dados de precipitação de uma bacia vizinha, foi efetuada a modelagem hidrológica dos rios Jacaré e Caiça. A modelagem foi efetuada a partir do modelo SMAP.

Baseado na simulação hidrológica do SMAP para o período de 2001 – 2010 foram formuladas as curvas de permanência das vazões nos pontos de monitoramento.

De acordo com o Serviço geológico do Brasil (CPRM, 2005) o período chuvoso na região estudada vai de março a julho. Uma vez que se trata de rios dependentes de águas advindas da precipitação, é de se esperar que as maiores vazões também fossem encontradas neste período. Porém, de acordo com a simulação realizada, o período de maiores vazões se encontra em geral nos meses de junho a outubro. Para a distinção dos períodos secos e de cheias, os resultados da simulação foram separados por mês em cada ponto de monitoramento e foi calculada a média e mediana das vazões de cada mês. Os meses que tinham média de vazão acima da mediana foram considerados de cheia, já os que apresentaram valores de vazão média abaixo da mediana foram considerados secos.

Em cada ponto de monitoramento, foram formuladas as curvas de permanência da vazão para o período seco, o de cheia e o completo. Essa separação ocorreu a fim de analisar a disponibilidade hídrica em cada período hidrológico distinto e verificar as características

hidrológicas no período seco de um corpo hídrico intermitente. A análise da curva de permanência em cada período é relevante ao enquadramento de corpos hídricos, pois a disponibilidade hídrica afeta diretamente na qualidade e no uso da água na bacia e a curva de permanência abrangendo ambos os períodos não alcança as potencialidades e limitações de cada um, tendo em vista que os objetivos de qualidade para corpos hídricos intermitentes podem ser sazonais.

Na curva de permanência do P1 (Figura 3), localizado no rio Jacaré a montante da confluência com o Caiçá, percebe-se que a vazão é maior que $1\text{ m}^3/\text{s}$ em apenas 7% do tempo na curva que considera a série hidrológica completa, em aproximadamente 15% do tempo na curva que considera o período das cheias e não atinge tal vazão no período seco. Já a Q_{80} atinge valores de $0,024\text{ m}^3/\text{s}$ na curva que considera a série hidrológica completa, $0,15\text{ m}^3/\text{s}$ na curva que considera o período das cheias e $0,014\text{ m}^3/\text{s}$ na curva formulada para o período das secas.

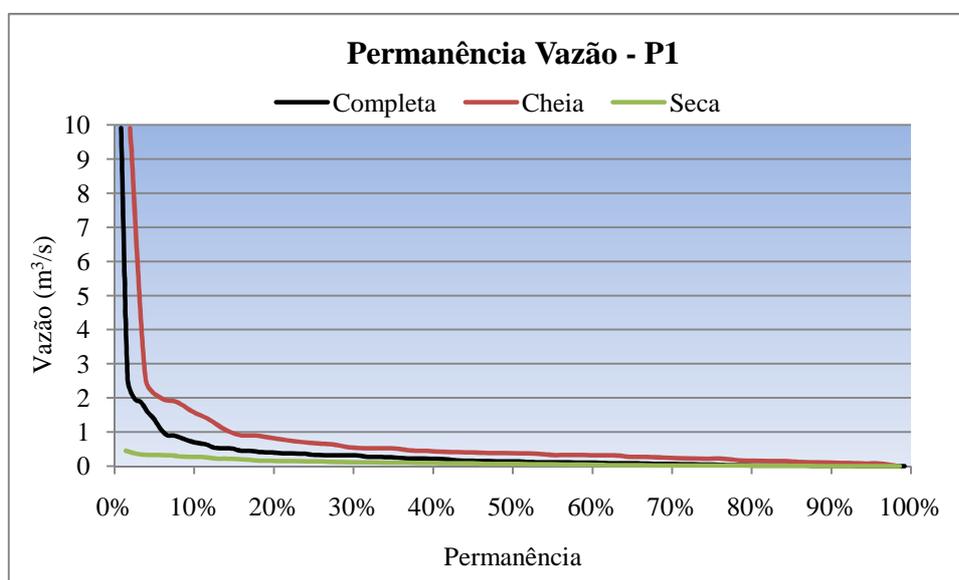


Figura 3 - Curva de permanência das vazões - P1.

O P2 é localizado no rio Caiçá. O rio Caiçá é localizado próximo a um adensamento urbano no município de Simão Dias. O principal uso da água na bacia é para a agropecuária. O volume de água outorgado no rio Caiçá é de $0,093\text{ m}^3/\text{s}$ (SEMARH, 2011). Com base nas curvas de permanência da vazão formuladas (Figura 4), no período seco a vazão do corpo hídrico é superior a vazão outorgada durante aproximadamente 15% do tempo, já no período de cheias a vazão é superior em aproximadamente 74% do tempo. O excesso de uso pode levar a danos ambientais em períodos secos podendo vir a interferir até nos períodos de cheias.

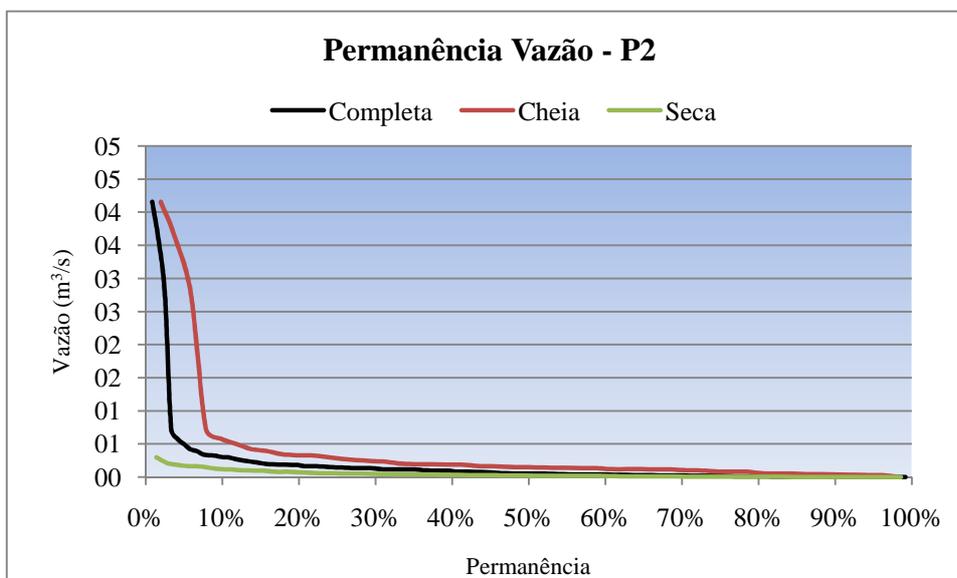


Figura 4 - Curva de permanência das vazões - P2

O ponto P3 está localizado no Rio Jacaré num ponto a jusante da confluência com o Rio Caiçá. De acordo com as curvas de permanência (Figura 5), a Q80 atinge valores de $0,036\text{m}^3/\text{s}$ na curva que considera a série hidrológica completa, $0,26\text{m}^3/\text{s}$ na curva que considera o período das cheias e $0,02\text{m}^3/\text{s}$ na curva formulada para o período das secas.

As outorgas em todo o rio Jacaré em Sergipe contabilizam $0,05\text{m}^3/\text{s}$ (SEMARH, 2011). Com base nas curvas de permanência da vazão formuladas, no período seco a vazão do corpo hídrico é superior á vazão outorgada durante aproximadamente 63% do tempo, já no período de cheias a vazão é superior em aproximadamente 96% do tempo.

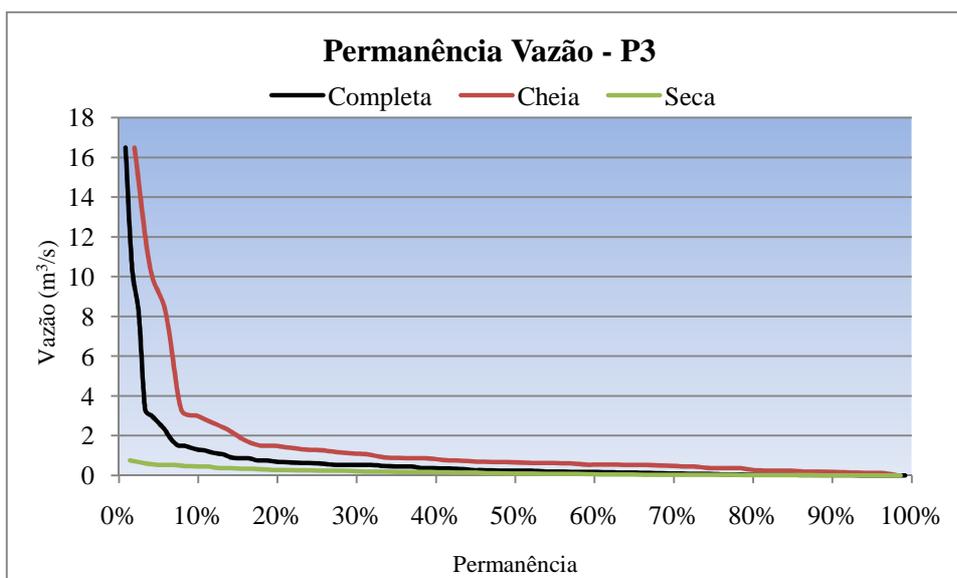


Figura 5 - Curva de permanência das vazões - P3.

4.2 Qualidade da água

Os resultados de qualidade hídrica apresentados no presente trabalho abrangem o período de abril a outubro de 2010. Sabe-se que o período monitorado não é suficiente para formular um diagnóstico seguro da área de estudo, tampouco pode indicar tendências, porém tendo em vista a escassez de dados disponíveis foram realizadas algumas análises.

As águas para serem classificadas como doces devem possuir a concentração máxima de sólidos dissolvidos totais (SDT) de 500mg/L. A Figura 6 apresenta os resultados de monitoramento de SDT para a sub-bacia do rio Jacaré. Apenas no mês de maior vazão (julho) a concentração de sólidos dissolvidos totais na sub-bacia do Jacaré foi compatível com a de água doce. A concentração de sólidos dissolvidos apresentou correlação negativa com a vazão nos pontos monitorados. Essa correlação foi de -0,45 para o P1, -0,56 para o P2 e -0,55 para o P3. Esta correlação indica uma relação inversa entre concentração e vazão, ou seja, quando a vazão aumenta os SDT diminui e vice-versa devido ao efeito de diluição

A Figura 7 apresenta os resultados monitorados da DBO que apontam variação relacionada ao período do ano e o ponto de monitoramento. Nos pontos P1 e P3 a DBO apresentou uma correlação positiva com a vazão, ou seja, conforme aumenta a vazão, aumenta a DBO do corpo hídrico. Estes pontos se localizam em áreas rurais com uso do solo voltado às atividades agropecuárias. Esta correlação entre DBO e vazão, P1 de 0,36 e P3 de 0,48 podem ser sinalizadoras de que a carga poluidora que chega ao rio é advinda da poluição difusa. Já no P2 a correlação é negativa - 0,42, ou seja, em períodos de maior a vazão a DBO é diminuída. Esta característica é típica de corpos hídricos afetados por poluição pontual de efluentes. O P2 está a jusante de uma mancha urbana do município de Simão Dias.

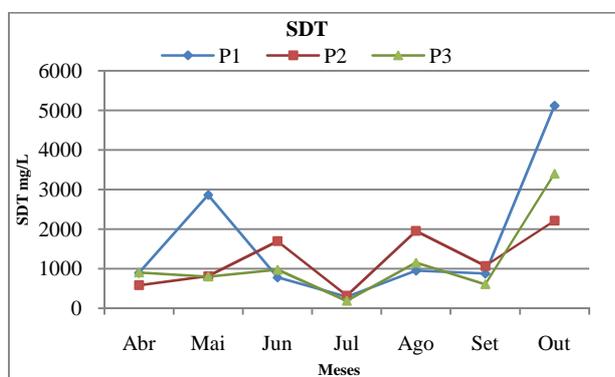


Figura 6 - SDT- sub-bacia Jacaré.

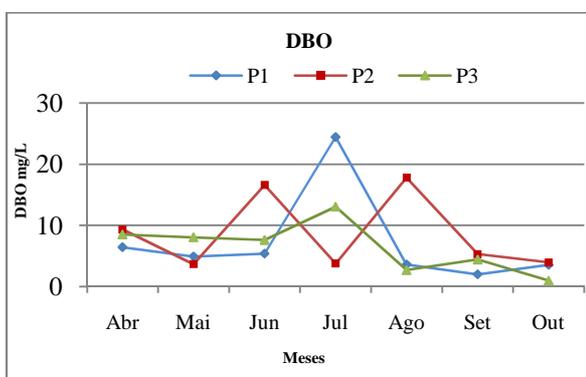


Figura 7 - DBO – sub-bacia Jacaré

5. CONSIDERAÇÕES

O enquadramento de corpos hídricos em classes de uso é um instrumento do Sistema brasileiro de Gerenciamento dos recursos hídricos para garantir a qualidade das águas em compatibilidade com os usos, incluindo aqui a preservação ambiental. A adaptação metodológica deste instrumento a rios intermitentes é essencial para a garantia da congregação de um ambiente saudável com o aproveitamento do recurso hídrico, quando disponível.

Os resultados parciais aqui apresentados mostraram a variabilidade hidrológica e qualitativa que uma bacia composta de rios intermitentes pode conter. Neste sentido, a proposição de classes de enquadramento não pode carregar usos e objetivos de qualidade únicos para todo o período. Exemplos como os dos estados norte americanos de Wyoming e Arizona que para a definição dos padrões de qualidade de água são levadas em consideração as características de cada bacia e podem variar, ou serem suspensos, de acordo com a vazão, podem indicar soluções à definição de critérios de qualidade para rios intermitentes no Brasil.

A variação dos critérios de qualidade, ou a suspensão dos mesmos, não significa afrouxamento dos critérios de qualidade, mas uma adaptação as características de cada corpo hídrico. Lembrando que as metas de qualidade do enquadramento de corpos hídricos são propostas com base no uso que se dá para água, em situações em que o uso é inviável a busca por estas metas torna-se incabível.

A necessidade de redes de monitoramento é essencial para a gestão dos corpos hídricos, em rios intermitentes, por exemplo, existe a necessidade do monitoramento frequente, para que se consiga com maior exatidão possível, identificar o comportamento hidrológico do rio e suas consequências na qualidade hídrica.

BIBLIOGRAFIA

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Cadernos de Recursos Hídricos: Panorama do enquadramento dos corpos d'água. Brasília: ANA, 2009

ARIZONA. Water Quality Standards. 2009. EUA.

BARCELÒ, D. ; SABATER, S.. Water quality and assessment under scarcity: Prospects and challenges in Mediterranean watersheds. Journal of Hydrology. Volume 383, Pg. 1-4, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 90, de 04 de junho de 2008. Brasília, 2008.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, 1997.

BRITES, A. P. Z.; FERNANDES, C. V. S.; PORTO, M. F. A. Enquadramento dos corpos d'água: uma nova visão. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande, 2009.

FIUZA, J. M. S.; MEDEIROS, Y. D. P.; CAMPOS, V. P.; SANTOS, L. C. B.; PROENÇA, C. N. O. ; MONTEIRO FILHO, C. F. P.; AMORIM, F. B.; SAMPAIO, A. D.. Uma Proposta para a Classificação e Usos de Rios Intermitentes. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville/SC, 2003.

IDAHO. Rules of the Department of Environmental Quality. "Water Quality Standards" , IDAPA 58.01.02. 2008 EUA.

LEVICK, L., FONSECA J., GOODRICH D., HERNANDEZ M., SEMMENS D., STROMBERG J., LEIDY R., SCIANNI M., GUERTIN D. P., TLUCZEK M., KEPNER W. The Ecological and Hydrological Significance of Ephemeral and Intermittent Streams in the Arid and Semi-arid American Southwest. U.S. Environmental Protection Agency and USDA/ARS Southwest Watershed Research Center, 2008.

MALTCHIK, L.. "Ecologia de rios intermitentes tropicais". POMPÊO, M. L. M.. Perspectivas da limnologia no Brasil. São Luís: União, p. 77-89. 1999.

MALTCHIK, L.; MEDEIROS, E. S. F.. Conservation importance of semi-arid streams in north-eastern Brazil: implications of hydrological disturbance and species diversity. Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems Magazine. 16:p. 665–677,2006.

MEDEIROS, Y.D.P.; FARIA A. S.; GONÇALVES, M.S.; BERETTA, M.; SANTOS, M.E.. Enquadramento dos corpos d'água no semiárido brasileiro. IN: JACOBI P.R; SINISGALLI, P.A. Governança da Água na América Latina e Europa: atores sociais, conflitos e territorialidade. Volume III Ed Annablume. São Paulo, 2009.

OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V.C.; MEDEIROS, Y. D. P.. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. Revista Química. Nova, Vol. 33, No. 5, p. 1059-1066, 2010.

PORTO, M. F. A. Sistemas de gestão da qualidade das águas – uma proposta para o caso brasileiro. Tese (Livre-Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 2002.

PORTO, M. F. A. ; LOBATO, Francisco . Mechanisms of Water Management: Command & Control and Social Mechanisms. REGA. Revista de Gestão de Águas da América Latina, v. 2, n. 2, p. 113-129, 2004.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia. Diagnósticos municipais”. Aracaju: SEPLANTEC, 2005, 75p.

_____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH Reenquadramento dos Corpos d'Água do Estado de Sergipe. Aracaju: 2009, 127p.

_____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. Cadastro dos usuários de água, 2011.

SOBRAL, M. C.; GUNKEL, G.; ROHN, H.; AURELIANO, J.: Avaliação do Monitoramento da Qualidade da água de rios intermitentes: o caso do rio Ipojuca, Pernambuco.: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa, 2005.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHO, I.; CORDEIRO NETTO, O. M.. Gestão da água no Brasil. UNESCO. Brasília, 2003.

VEIGA L. B. E.; MAGRINI A.. Gestão da Qualidade da Água: O Modelo Brasileiro e o Modelo Americano. 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo, Brasil, 2010.

VIEIRA, Vicente P. B. Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do semi-árido nordestino. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 1 , n. 1, p 89- 107, 1996.

VILLELA, M. S.; MATTOS, A.. Hidrologia Aplicada. Ed. Mc. Graw Hill do Brasil, São Paulo, 1975.

WYOMING. State Water Quality Assessment Report and List of Waters Requiring TMDLs. 2006. EUA.