



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

IV-020 - APLICAÇÃO DO MODELO MODSIMP32 PARA ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS COMO SUPORTE AO PROCESSO DE OUTORGA PELO USO DA ÁGUA - ESTUDO DE CASO: BACIA DO RIO GRAMAME

Ana Emília Duarte Barbosa Paiva⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CAMPUS I). Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CAMPUS II). Doutoranda em Recursos Hídricos na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Endereço⁽¹⁾: Av. Alagoas, 189 – Bairro dos Estados – João Pessoa - PB - CEP: 58030-150 - Brasil - Tel: (83) 243-7372

 aeduarte@ig.com.br

RESUMO

Visando analisar os casos de concessão de outorga tanto para captação de água quanto para diluição de efluentes (através do volume de diluição requerido para que a classe de enquadramento do corpo de água não seja alterada), foi adotada neste trabalho uma metodologia que, unindo-se a simulação hidrológica através do Modelo MODSIMP32, testa vários cenários considerando as diversas situações de operação do sistema, oferta hídrica, infra-estrutura e demandas, associadas a prioridades do uso da água adotadas ou baseadas nas legislações vigentes, contemplando a vazão de captação, combinada ou separadamente da vazão de diluição.

PALAVRAS-CHAVE: Outorga, Modelo MODSIMP32, Bacia do Rio Gramame.

INTRODUÇÃO

A situação atual da bacia do rio Gramame, localizada no litoral paraibano, caracteriza bem a situação alarmante que os recursos hídricos do país vêm enfrentando. O desenvolvimento desenfreado da Grande João Pessoa e o uso e ocupação do solo de forma predatória na bacia, aliados a falta de consciência ambiental de seus ocupantes e a ausência de controle por parte dos órgãos governamentais, vêm tornando frequentes os conflitos de uso da água na região.

Tanto a escassez quantitativa, quanto a qualitativa, inserem-se no contexto da bacia, gerando a necessidade urgente de ações que visem racionalizar e disciplinar o uso dos recursos hídricos da região, baseadas em estudos integrados dos diversos setores usuários, quantificando os riscos e os benefícios, atuais e futuros, associados a um projeto em detrimento do outro. Dessa forma, torna-se iminente a necessidade de equilibrar a exploração econômica da bacia com o abastecimento humano e a conservação ambiental de seus mananciais.

Com a instituição da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, foram introduzidos os princípios e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, entre eles os mecanismos de outorga e cobrança pelo uso da água. Como garantia ao usuário e proteção ao meio ambiente, esta lei garante o uso da água, condicionado à disponibilidade hídrica, tanto no seu aspecto quantitativo como qualitativo. A concessão da outorga dependerá de exame para verificar se existe água suficiente, tanto em termos de quantidade como de qualidade da água.

A metodologia adotada neste trabalho examina os casos de concessão de outorga tanto para captação de água quanto para diluição de efluentes através do volume de diluição requerido para que a classe de enquadramento do corpo de água não seja alterada. O usuário que lança um efluente num corpo de água "se apropria" de uma certa quantidade de água para diluir este afluente, de forma definitiva no caso de poluentes conservativos, ou não, para o caso de poluentes não conservativos.

Assim, utilizando a simulação hidrológica através do Modelo MODSIMP32 (Azevedo, Porto & Zahed, 1997) foram testados diversos cenários considerando as diversas situações de operação do sistema, oferta hídrica, infra-estrutura e demandas, associadas a prioridades do uso da água adotadas ou baseadas nas legislações vigentes, contemplando a vazão de captação, combinada ou separadamente da vazão de diluição.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais da Paraíba (SEMARH), através do Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-árido Brasileiro (PROÁGUA/Semi-árido) do Programa Avança Brasil.

METODOLOGIA UTILIZADA

Diante do objetivo do trabalho a metodologia utilizada para construção e avaliação de cada cenário estabelecido, adaptada de Lanna (1999) e Ribeiro (2000), consistiu em:

1. Identificar os usuários e respectivas demandas hídricas (captação de água para diversos usos e/ou diluição de efluentes);
2. Levantar a rede de monitoramento e definir os novos pontos de controle (PC) considerando a localização dos usuários;
3. Aplicar a Deliberação nº 09/88 do Conselho de Proteção Ambiental do Estado da Paraíba (COPAM) e a Resolução CONAMA nº 20/86 que enquadram os corpos d'água da bacia e determinam a concentração máxima permitida (de cada parâmetro) pelo enquadramento para o trecho do rio onde se localizam os pontos de controle;
4. Determinar prioridades de usos e demandas, estabelecida pelo Decreto Estadual nº 19.260/97;
5. Determinar a vazão máxima outorgável estabelecida pelo Decreto Estadual nº 19.260/97;
6. Calcular a vazão necessária para diluir a carga lançada de forma que seja obedecida a concentração máxima permitida pelo enquadramento do trecho em análise. Embora o objetivo principal não seja a quantificação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ou a medição de seu impacto no corpo receptor, este foi o parâmetro utilizado para o cálculo das demandas para diluição dos efluentes, porque: escolhendo somente um parâmetro de poluição, elimina-se a complexidade inerente à caracterização e quantificação dos efluentes; o parâmetro DBO é representativo de esgotos domésticos e um dos elementos mais presentes nos diferentes tipos de efluente industrial, e; o parâmetro DBO é de fácil mensuração. Ratificando a utilização apenas do parâmetro DBO no cálculo das vazões de diluição têm-se o trabalho de ANA (2002), que definiu que a outorga e cobrança por diluição de efluentes serão feitas também considerando apenas a diluição de cargas orgânicas, expressas em DBO. Ainda nesta etapa uma outra simplificação foi considerada. Como inexistem estudos sobre a capacidade de depuração dos cursos d'água em questão, considerou-se a hipótese que não há autodepuração do efluente ao longo do curso d'água onde o usuário se apropria da vazão de diluição, não apenas no ponto de lançamento, mas em todo o trecho a jusante, indisponibilizando a vazão para outros usos em todo o trecho. Esta hipótese, que simula a situação mais desfavorável, também foi adotada por Ribeiro (2000).
7. Construir e simular os cenários do sistema hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame, utilizando o Modelo MODSIMP32.

A consideração da qualidade da água no processo de outorga, através da vazão de diluição, não utilizando o modelo de qualidade da água, é justificada pelas vantagens na adoção desse procedimento, tanto na própria implementação quanto na operacionalização do sistema de outorga, quais sejam:

- Permite o uso da vazão máxima outorgável para todos os casos de outorga;
- Explicita que a retirada de água para diluição reduz os volumes disponíveis;
- Os aspectos quantitativos e qualitativos da água são contabilizados nos mesmos termos, simplificando o processo em termos de fiscalização e entendimento;
- Todo usuário, independente de uso para captação ou diluição, terá sua demanda fixada em termos quantitativos.

DESCRIÇÃO DAS PRIORIDADES DOS USOS / DEMANDAS E DOS CENÁRIOS

Para simulação dos cenários consideraram-se as seguintes prioridades de atendimento, tomando como base, entre outras leis, principalmente o Decreto Estadual nº 19.260/97:

- I. abastecimento humano;
- II. armazenamento do volume meta de água nos reservatórios;
- III. irrigação de culturas perenes (fruticultura) e outras culturas importantes para a segurança alimentar dos pequenos agricultores;
- IV. irrigação de cana-de-açúcar e diluição de efluentes.

Comumente considera-se como demanda prioritária a referente ao atendimento ao abastecimento humano mais a vazão mínima que deve ser mantida no rio por razões ambientais. Porém, em uma situação extrema, onde a vazão disponível só atende a uma dessas, é bastante provável que a população seja atendida em detrimento da preservação ambiental.

Então, quando a vazão disponível não é suficiente para atender todas as demandas, verifica-se se até este ponto de controle alguma demanda de prioridade inferior já foi atendida. Caso afirmativo, retorna-se a este ponto e reduz este atendimento até atender integralmente a demanda de prioridade superior ou até zerar o atendimento a esta demanda de prioridade inferior. De forma que uma demanda de prioridade superior só é atendida parcialmente quando todas as de prioridade inferior já tiverem seus atendimentos zerados. Dessa forma, só poderá haver falhas de atendimento a um determinado nível de usuário quando todos os usuários, com prioridade inferior de atendimento não tiverem suas demandas atendidas.

No que concerne às regras de prioridade, uma distinção foi feita em relação à irrigação da cana-de-açúcar e dos outros cultivos. Para estes últimos, principalmente a fruticultura, foram considerados com maior prioridade de uso da água para a irrigação do que o cultivo da cana-de-açúcar, por ter maior valor econômico. Desta forma, as irrigações difusas de cana-de-açúcar receberam o sub-escrito "b", e as demais irrigações receberam o sub-escrito "a", como se pode ver na tabela 1 que apresenta a bacia representada por pontos de controle.

Como o modelo utilizado é capaz de realizar operação dos reservatórios, foi determinada uma prioridade ao armazenamento de um volume meta de água nos reservatórios, abaixo deste nível, restrições no suprimento de água para irrigação serão feitas começando pela irrigação da cana-de-açúcar. Sendo o nível acima do nível de alerta (nível correspondente ao volume meta), não haverá restrições às demandas.

Tabela 1 – Pontos de controle da bacia do Rio Gramame considerando prioridades.

<i>Ponto de Controle</i>	<i>Descrição do ponto</i>
26	Açude fictício Mussuré (simulando nascente do Rch. Mussuré)
42a	Irrigação Difusa no rio Mumbaba (Prioritária)
42b	Irrigação Difusa no rio Mumbaba (Não Prioritária)
43	Captação Cagepa (Mumbaba)
47	Exutório Riacho Mussuré-Mumbaba (lançamento de efluentes industriais)
48	Exutório Mumbaba
68	Irrigação Difusa no rio Mumbaba (Prioritária)
79	Irrigação Difusa no rio Mumbaba (Prioritária)
132	Captação Cagepa (Gramame)
132a	Irrigação Difusa no rio Gramame (Prioritária)
132b	Irrigação Difusa no rio Gramame (Não Prioritária)
133	Irrigação Difusa no rio Água Boa (Prioritária)
135	Afluência do rio Água Boa
136	Irrigação Difusa no rio Água Boa (Prioritária)
139	Exutório Água Boa
151	Exutório da Bacia
158	Irrigação Difusa no rio Mumbaba (Prioritária)
185a	Irrigação Difusa no rio Mamuaba (Prioritária)
185b	Irrigação Difusa no rio Mamuaba (Não Prioritária)

194a	Captação Cagepa (Conde)
194b	Lançamento de efluentes domésticos
219	Irrigação Difusa no rio Mamuaba (Prioritária)
265	Irrigação Difusa no rio Gramame (Prioritária)
302a	Irrigação Difusa no rio Gramame (Prioritária)
302b	Irrigação Difusa no rio Gramame (Não Prioritária)
328	Captação Indústria Giasa
346a	Irrigação Difusa no rio Gramame (Prioritária)
346b	Irrigação Difusa no rio Gramame (Não Prioritária)
347a	Captação Cagepa (Pedras de Fogo)
347b	Lançamento de efluentes domésticos

Desta forma, os cenários foram definidos considerando:

Cenário A

O primeiro cenário é relativo à situação atual, no que concerne à infra-estrutura hídrica e as demandas, considerando regras de operação do sistema com níveis de alerta no açude de Gramame-Mamuaba (correspondendo a 50% do volume acumulado) e as regras de prioridades descritas anteriormente. Neste cenário a vazão de diluição não é incluída.

Cenário B

É o cenário A acrescentando o valor da vazão de diluição nos pontos de lançamento de efluentes.

Cenário C

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gramame (SEMARH, 2000) recomenda a construção do açude Mumbaba, assim como, a construção de um açude na sub-bacia hidrográfica do açude Gramame-Mamuaba, no município de Pedras de Fogo, com uma capacidade de armazenamento de 8 milhões de m³ (como já existe o Açude Pitanga nestas proximidades foi simulado para este cenário o Açude Pitanga com a capacidade sugerida pelo plano). O cenário C é o cenário B considerando estas duas mudanças na infra-estrutura hídrica e admitindo que a cidade de Pedras de Fogo seja abastecida pelo açude citado acima.

Sabendo que estas intervenções não ocorrerão de imediato, achou-se mais prudente alterar os valores das demandas, nos pontos de abastecimento humano, baseadas nas populações atuais, para as demandas baseadas em populações de um horizonte de 15 anos, que correspondem no ponto 43 a 2.592×10^3 m³/mês, no ponto 132 a 6.532×10^3 m³/mês, no ponto 194 a $77,76 \times 10^3$ m³/mês e no ponto 347 a $51,84 \times 10^3$ m³/mês. Não foi previsto crescimento da demanda para irrigação, tendo em vista que a demanda atual (abastecimento + irrigação) já não é suprida na sua totalidade pela bacia.

Cenário D

Após a simulação do Cenário C, surgiu a questão em quanto a vazão de diluição altera este cenário? Tendo em vista que a infra-estrutura do Cenário C é diferente da infra-estrutura do Cenário A. Então foi definido o Cenário D como sendo o Cenário C retirando o valor da vazão de diluição nos pontos de lançamento de efluentes.

Os cenários definidos acima foram construídos e simulados no MODSIMP32, permitindo uma visão espacial tanto da situação dos recursos hídricos na bacia como da localização de cada PC (figura 1).

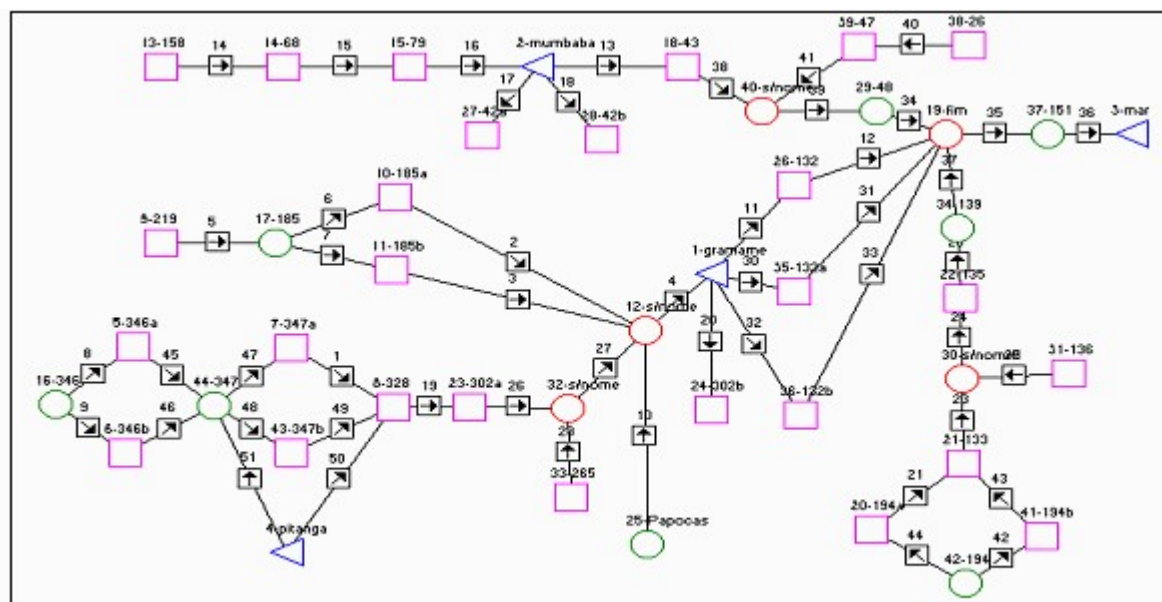


Figura 1 - Apresentação dos cenários no MODSIMP32

RESULTADOS OBTIDOS E CRITÉRIOS DE ANÁLISE

A tabela 2 mostra os resultados para alguns PC's da Bacia do Rio Gramame, nos quatro cenários analisados considerando os critérios estabelecidos.

Tabela 2 - Resultado do Balanço Hídrico em cada PC nos Cenários Simulados

Localização do ponto na bacia	Montante Gramame					Mumbaba					CAGEPA - JP	
Finalidade do Uso da Água	Abastecimento	Irrigação			Indústria	Irrigação			Efluente		Abastecimento	
Ponto de Controle - PC	347a	346a	346b	302a	328	79	42a	42b	26	47	132	43
CENÁRIO A												
Demanda Média Anual (m3/s)	0,020	0,012	0,008	0,226	0,110	0,020	0,168	0,043	0,000	0,000	1,740	0,600
Falha Percentual	15,5%	20,4%	35,4%	32,3%	18,6%	26,3%	35,7%	36,8%	0,0%	0,0%	3,8%	28,2%
Duração Média	1,646	2,000	3,804	3,536	1,982	2,450	3,516	3,573				2,291
CENÁRIO B												
Demanda Média Anual (m3/s)	0,020	0,012	0,008	0,226	0,110	0,020	0,168	0,043	0,000	5,090	1,740	0,600
Falha Percentual	15,5%	20,4%	35,4%	32,5%	18,8%	26,3%	35,7%	36,8%	0,0%	100,0%	3,8%	28,2%
Duração Média	1,646	2,000	3,804	3,555	1,991	2,450	3,516	3,573		600,500	1,324	2,291
CENÁRIO C												
Demanda Média Anual (m3/s)	0,020	0,012	0,008	0,226	0,110	0,020	0,168	0,043	0,000	5,090	2,510	1,000
Falha Percentual	6,3%	24,6%	37,3%	30,3%	25,5%	5,0%	3,8%	3,8%	0,0%	100,0%	12,3%	4,9%
Duração Média	1,250	2,387	3,862	3,476	2,981	1,714	2,647	2,706		600,500	1,581	1,686
CENÁRIO D												
Demanda Média Anual (m3/s)	0,020	0,012	0,008	0,226	0,110	0,020	0,168	0,043	0,000	0,000	2,510	1,000
Falha Percentual	4,7%	24,3%	35,8%	23,9%	20,6%	5,0%	3,8%	3,8%	0,0%	0,0%	12,1%	4,9%

Duração Média	1,273	2,382	3,554	3,097	2,787	1,714	2,647	2,706	1,593	1,686
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Para facilitar a interpretação dos cenários, objetivando a tomada de decisão diante de um pleito de outorga, foram estabelecidos critérios para avaliar o balanço hídrico em cada ponto de controle (PC), se aceitável, tolerável ou insustentável, baseados em parâmetros de avaliação de performance - falha percentual e duração média da falha, de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 – Critérios de avaliação do balanço hídrico.

Finalidade de uso	balanço hídrico aceitável	balanço hídrico tolerável	balanço hídrico insustentável
Abastecimento humano	Falha percentual $\leq 2\%$ e duração média ≤ 2 meses	Falha percentual $\leq 5\%$ e duração média ≤ 4 meses	Demais casos
Irrigação prioritária e Indústrias	Falha percentual $\leq 5\%$ e duração média ≤ 2 meses	Falha percentual $\leq 10\%$ e duração média ≤ 3 meses	Demais casos
Irrigação não prioritária e Diluição de Efluentes	Falha percentual $\leq 10\%$ e duração média ≤ 2 meses	Falha percentual $\leq 20\%$ e duração média ≤ 3 meses	Demais casos

Definição dos parâmetros de avaliação de performance utilizados:

- Falha percentual: é a percentagem do tempo (em meses) em que o sistema não garantiu o abastecimento de toda a demanda;
- Duração média da falha: é o número de meses em média que perdurou as falhas do sistema;

Análise dos Cenários com Relação ao Balanço Hídrico em Cada Ponto de Controle

Cenário A

Neste cenário, com relação aos pontos de abastecimento humano, vê-se que os pontos 132 e 194 apresentam balanço hídrico tolerável e os demais pontos (43 e 347a) insustentáveis.

O fato da Captação da Cagepa no açude Gramame-Mamuaba apresentar falhas toleráveis justifica-se, além das prioridades de atendimento, pelo estabelecimento de regras de operação do reservatório (nível de alerta no açude Gramame-Mamuaba correspondendo a 50% do volume acumulado).

No ponto de captação da Cagepa no rio Mumbaba as falhas são consideradas muito altas por se tratar de abastecimento humano, chegando a alcançar 28,2 % e atingindo 8 meses de duração máxima desta falha. Já na captação da Cagepa que abastece Pedras de Fogo, as falhas atingiram 15,5 % com duração máxima de 7 meses. E no ponto de captação da Cagepa que abastece o Conde, as falhas chegaram a 5,0 % mas com duração máxima aceitável (2 meses).

Quanto à irrigação a situação também não é tão boa. A montante do reservatório Gramame-Mamuaba apenas a irrigação na sub-bacia do rio Mamuaba apresenta pontos com balanço hídrico tolerável, que é o caso dos pontos 219 e 185a, os demais pontos tem balanço hídrico insustentável (346a, 346b, 302a, 265, 185b e 328). A jusante a situação melhora um pouco, os pontos 302b, 132b e 132a apresentam balanço hídrico aceitável. Na sub-bacia do rio Mumbaba todos os pontos têm balanço hídrico insustentável, o que já era bem esperado, tendo em vista que, mesmo estabelecendo prioridades, até o ponto de abastecimento humano apresenta balanço hídrico insustentável. Na sub-bacia do rio Água Boa a situação varia de tolerável (ponto 133) a insustentável (ponto 136).

Cenário B

Com o acréscimo de mais uma demanda, a de diluição, as falhas na maioria dos pontos se agravaram. Começando pelo ponto de lançamento de efluentes industriais (47) que não atende na sua totalidade esta demanda, apresentando uma

falha de 100 % em todos os meses simulados, o que já era previsto também pelo elevado valor da demanda (Qdiluição = 5,108 m³/s). O riacho que recebe estes efluentes possui disponibilidade hídrica muito baixa, fato altamente justificável devido à pequena bacia de contribuição. No ponto de lançamento de efluentes domésticos da cidade de Pedras de Fogo (347b) as falhas atingem 67,4 % com duração máxima de 20 meses, o que define um atendimento precário a esta demanda (balanço hídrico insustentável). Situação melhor apresenta o ponto de lançamento de efluentes domésticos da cidade do Conde com apenas 18,0 % de falhas com duração máxima de 5 meses, caracterizando um balanço hídrico tolerável.

Quanto ao abastecimento humano, o ponto 132 referente à Captação da Cagepa no açude Gramame-Mamuaba não sofreu alteração no percentual de falhas no atendimento a esta demanda, igualmente ao ponto 194, permanecendo insustentável o balanço hídrico nos demais pontos (43 e 347a).

Nos pontos de demanda para irrigação a situação não difere muito do cenário anterior. Os pontos 302b, 132a e 132b, localizados à jusante do açude Gramame-Mamuaba, apresentam balanço hídrico aceitável e os demais à montante conservam-se com balanço hídrico tolerável (pontos 219 e 185a) e insustentável (pontos 346a, 346b, 302a, 265, 185b e 328). Na sub-bacia do rio Água Boa os pontos não se alteraram, continuando com balanço hídrico tolerável no ponto 133 e insustentável no ponto 136. Como a inserção da vazão de diluição não altera a disponibilidade hídrica na parte da sub-bacia do rio Mumbaba à montante da captação da Cagepa no mesmo rio, a situação nos pontos de irrigação permanece idêntica à situação do Cenário A.

Cenário C e D

O Cenário D mostra que as mudanças na infra-estrutura hídrica, ou seja, a construção do açude Mumbaba e do açude de 8 milhões de m³ próximo ao município de Pedras de Fogo (na sub-bacia hidrográfica do açude Gramame-Mamuaba), conseguem reduzir drasticamente as falhas de atendimento às demandas para o abastecimento humano na captação da Cagepa no rio Mumbaba (ponto 43 com 4,9% de falha) e na captação da Cagepa que abastece Pedras de Fogo (ponto 347 com 4,7% de falha). Como estas mudanças não alteram a disponibilidade hídrica da sub-bacia do rio Água Boa o ponto 194, de captação da Cagepa que abastece o Conde, teve aumento no nível de falha apenas pelo fato de ter aumentado a demanda (prevista para atender a população do horizonte de 2015).

A Captação da Cagepa no açude Gramame-Mamuaba (ponto 132) teve um aumento significativo nas falhas de atendimento às demandas devido ao aumento das mesmas em 70%, a qual foi baseada numa taxa per capita de 300 l/s para 722.880 habitantes (SEMARH, 2000). Havendo um incentivo a política de redução ao desperdício, esta taxa per capita poderia ser reduzida com conseqüente redução das falhas.

O atendimento às demandas para irrigação na sub-bacia do rio Mumbaba à montante reservatório também reduziu suas falhas, com o ponto 42a, 42b e 79 apresentando balanço hídrico aceitável, o ponto 68 com balanço hídrico tolerável e apenas o ponto 158 permanecendo com balanço hídrico insustentável.

Alguns pontos à montante do reservatório Gramame-Mamuaba tiveram o percentual de falhas agravado, com todos os pontos apresentando balanço hídrico tolerável. À jusante do mesmo reservatório, os pontos que antes apresentavam condições aceitáveis de balanço hídrico, sofreram aumento no nível de falhas e passaram a condições toleráveis (pontos 302b e 132b) e até insustentáveis (ponto 132a).

Quando, no Cenário C, é acrescentada a demanda para diluição dos efluentes as falhas nos pontos de abastecimento humano voltam a acontecer e atingem situações insustentáveis, como é o caso do ponto 132 (captação da Cagepa no açude Gramame-Mamuaba) que apresenta 12,3 % de falhas com duração máxima de 4 meses e do ponto 347a (captação da Cagepa que abastece Pedras de Fogo) com 6,3 % de falhas com duração máxima de 4 meses.

Ainda sobre o Cenário C, mesmo havendo modificações na infra-estrutura hídrica as demandas para diluição dos efluentes não são supridas e alcançam níveis de falha acima de 40,0 %, como é o caso do ponto de lançamento de efluentes domésticos da cidade de Pedras de Fogo (347b) com 43,0 % e 10 meses de duração máxima da falha.

CONCLUSÕES

A análise dos cenários revela que a bacia estudada não é capaz de diluir os efluentes lançados nos seus corpos d'água, ora pelo fato dos valores das vazões de diluição serem elevados, ora por já estar sendo utilizada por outros usos na sua totalidade (como mostra o Cenário A).

Desta forma, constata-se a partir do Cenário D, com balanço hídrico tolerável em praticamente todos os pontos de

abastecimento, a necessidade da construção dos dois açudes mencionados no PDRH-Gramame, o estabelecimento de prioridades de uso e de níveis de alerta com volume meta para os reservatórios, o incentivo a política de redução ao desperdício, assim como, promover o tratamento dos efluentes domésticos das cidades inseridas na bacia e, no caso do Distrito Industrial que requer uma vazão diluição de 5,108 m³/s, exigir/incentivar que as indústrias tratem seus efluentes ou aumentem a eficiência dos sistemas de tratamento já existentes. ANA (2002) apresenta tipos de sistemas de redução de cargas orgânicas e a respectiva percentagem de remoção, de acordo com a tabela 4.

Vale a pena também se estudar a idéia de um reenquadramento dos corpos hídricos da Bacia do Rio Gramame, baseado nos usos atuais e potenciais, tendo em vista que a deliberação que definiu as classes dos mesmos foi do ano 1988. Como exemplo o Riacho Mussurê que foi classificado como classe 2, mas na realidade, hoje, ele é utilizado para diluição de efluentes do Distrito Industrial, podendo ser reclassificado até para uma classe 4, o que diminuiria o valor da vazão de diluição.

Com o objetivo de realizar uma avaliação integrada dos aspectos qualitativos e quantitativos da bacia, sugere-se a inserção de novos pontos de coleta dentro da mesma, chamados pontos de controle, nos quais deve-se obter informações do tipo: disponibilidade natural; demandas (captação ou diluição); qualidade da água (monitorando pelo menos parâmetros como nitrogênio total, fósforo total e resíduo total além dos parâmetros já monitorados pelo órgão estadual responsável - temperatura da água, cor, pH, turbidez, condutividade, salinidade, OD, DBO e coliformes fecais). Desta forma, como sugestão de novos estudos na bacia, uma vez existindo os dados do monitoramento citado é possível aplicar um IQA (Índice de Qualidade de Água) e até determinar um IQA próprio para a bacia em estudo.

Tabela 4 - Redução de Cargas Poluentes por Processos de Tratamento de Efluentes.

Sistemas	Eficiência média de remoção	Sistemas	Eficiência média de remoção
	DBO 5 (%)		DBO 5 (%)
Decantação/sedimentação primária	30	Flotação	30
Tratamento primário	30	Escoamento superficial	80
Tratamento primário melhorado quimicamente (baixa dosagem)	55	Terras úmidas construídas (Wetlands)	80
Precipitação primária (alta dosagem)	70	UASB + filtro biológico percolador de alta carga	77
Tratamento primário e lodo ativado (baixa carga), ASP	90	UASB + flotação por ar dissolvido	83
Tratamento primário melhorado quimicamente (baixa dosagem) + Biológico (ASP)	90	UASB + lagoas de polimento	77
Precipitação primária (alta dosagem) + Biológico (ASP)	95	UASB + lagoa aerada facultativa	75
Tratamento primário melhorado quimicamente (baixa dosagem) + Biológico + desnitrificação parcial	95	UASB + lagoa aerada mist. compl. + lagoa decantação	75
Precipitação primária (alta dosagem) + Biológico + desnitrificação	97	UASB + escoamento superficial	77
Tratamento primário (tanques sépticos)	30	Lodos ativados convencional	85
Tratamento primário convencional	30	Lodos ativados - aeração prolongada	90
Tratamento primário avançado (a)	45	Lodos ativados - batelada (aeração prolongada)	90
Lagoa facultativa	75	Lodos ativados convenc. com remoção biológica de N	85
Lagoa anaeróbia - Lagoa facultativa	75	Lodos ativados convenc. com remoção biológica de N/P	85

Lagoa aerada facultativa	75	Lodos ativados convencional + filtração terciária	93
Lagoa aerada mistura completa - lagoa sedimentação	75	Filtro biológico percolador de baixa carga	85
Lagoa anaeróbia + lagoa facult. + lagoa de maturação	80	Filtro biológico percolador de alta carga	80
Lagoa anaeróbia + lagoa facult. + lagoa de alta taxa	80	Biofiltro aerado submerso com nitrificação	88
Lagoa anaeróbia + lagoa facult. + remoção de algas	85	Biofiltro aerado submerso com remoção de N	88
Infiltração lenta	90	Biodisco	88
Infiltração rápida	85		

Fonte: ANA (2002)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA (2002) Manual de Procedimentos para a Outorga de Uso da Água para Irrigação, Dessedentação e Criação de Animais, na Indústria, na Mineração, no Setor de Saneamento e Abastecimento Urbano. SABH - Sistema de Análise de Bacias Hidrográficas/Regularização dos Usos da Água na Bacia do Rio Paraíba do Sul/Superintendência de Outorga/Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://anacad.fcth.br/cgi-bin/download.exe/put>>. Acesso em 06/01/03.
2. AZEVEDO, L.G.T; PORTO, R.L; ZAHED, K. (1997) Modelos de Simulação e de Rede de Fluxo, Capítulo 4 in Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos, ABRH-EUFRGS.
3. LANNA, A. E. (1999) Gestão dos Recursos Hídricos. Apostila da disciplina Gestão dos Recursos Hídricos do curso de Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do IPH/UFRGS. p. 1-120. In: <http://atlantico.iph.ufrgs.br/portaliph/> (09/12/99).
4. RIBEIRO, Márcia M. R. (2000) Alternativa para a Outorga e a Cobrança pelo Uso da Água: Simulação de um Caso. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
5. SEMARH. (2000) Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais do Estado da Paraíba. Convênio SEMARH/SCIENTEC. Volumes 1, 2, 3 e Anexos. João Pessoa.