



**I-080 -AVALIAÇÃO DE MANANCIAIS USADOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: ESTUDOS DE CASO**

**Ana Cristina Lourenço da Silva** <sup>(1)</sup>

Engenheira Química, MSc em Tecnologia Ambiental pela PUC-Rio, Aluna do Curso de Especialização em Saneamento e Controle Ambiental, ENSP/FIOCRUZ.

**Fábio Gomes Soares**

Engenheiro Agrônomo, Aluno do Curso de Especialização em Saneamento e Controle Ambiental, ENSP/FIOCRUZ.

**Frank Franco de Farias**

Engenheiro Civil, Aluno do Curso de Especialização em Saneamento e Controle Ambiental, ENSP/FIOCRUZ.

**Gisele Santa'Anna de Lima**

Engenheira Civil, MSc. em Geotecnia Ambiental - COPPE/UFRJ, Profa. do Curso de Especialização em Engenharia Ambiental e Urbana do Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, Aluna do Curso de Especialização em Saneamento e Controle Ambiental, ENSP/FIOCRUZ.

**Raimundo Glauco A. C. Teixeira Jr.**

Engenheiro Civil, Aluno do Curso de Especialização em Saneamento e Controle Ambiental, ENSP/FIOCRUZ.

**Rodrigo Gonçalves L. da Silva**

Químico Industrial, MSc. em Geoquímica Ambiental - UFF/NRCC, Aluno do Curso de Especialização em Saneamento e Controle Ambiental, ENSP/FIOCRUZ.

**Rosana Gouvêa Maurício**

Química Industrial, Aluna do Curso de Especialização em Saneamento e Controle Ambiental, ENSP/FIOCRUZ.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Hercília, 946, Mesquita, Nova Iguaçu, RJ, CEP: 26236-140, Tel: (21)796-2899, e-mail : [aclsilva@dcm.puc-rio.br](mailto:aclsilva@dcm.puc-rio.br)

**RESUMO**

Em função do crescimento populacional (elevação do consumo *per capita*) e do desenvolvimento das cidades, observa-se um aumento da demanda de água. Assim, torna-se cada vez mais urgente a necessidade de escolha de mananciais para o abastecimento público de água. A escolha do manancial é uma decisão de grande importância e responsabilidade em um projeto de abastecimento de água. Os mananciais próximos, mais volumosos, capazes de atender à demanda por um tempo maior e os mananciais com água de melhor qualidade e menos sujeitos à poluição são ideais para a utilização na captação.

A água destinada ao consumo humano deve obedecer a uma série de requisitos para se constituir em água potável. A importância dos sistemas de abastecimento de água está relacionada com a melhoria da qualidade de vida e com o aumento da vida média dos habitantes. À medida que se aumenta a eficiência dos serviços de abastecimento de água, diminui-se a incidência de doenças relacionadas com a água.

Outros fatores muito importantes são quanto ao planejamento e à proteção adequados dos mananciais para a garantia da qualidade e a conservação dos mesmos. Alguns impactos ambientais nos recursos hídricos brasileiros são causados por: desmatamentos irregulares de matas ciliares; assoreamentos e contaminação de mananciais devido a ações criminosas de mineradoras; aporte de grandes volumes diários de esgoto doméstico e industrial sem qualquer tratamento. Os mananciais constituem áreas protegidas por uma Legislação Ambiental bastante vasta, que não é cumprida, na maioria das vezes, colocando em risco a sua qualidade ambiental.

A partir de dois estudos de caso, Rio Guandu/RJ e Bairro da Jaqueira/Piraí/RJ, é feita uma avaliação da qualidade ambiental (diagnóstico ambiental) das áreas de mananciais para o sistema de abastecimento público de água.

FOTO  
NÃO  
DISPONIVEL



### INTRODUÇÃO

Em função do crescimento populacional (elevação do consumo *per capita*) e do desenvolvimento das cidades, observa-se também um aumento da demanda de água. Assim, torna-se cada vez mais urgente a necessidade de escolha de mananciais para o abastecimento público de água.

A escolha do manancial é uma decisão de grande importância e responsabilidade em um projeto de abastecimento de água. O processo de escolha de um manancial deve levar em conta diversos aspectos, como a qualidade e quantidade de água disponível, acesso, disponibilidade de energia elétrica, desnível e distância até o ponto de consumo [1,2,3].

As disponibilidades de água doce na natureza são limitadas pelo alto custo da sua obtenção nas formas menos convencionais, como é o caso da água do mar e das águas subterrâneas. Deve ser, portanto, da maior prioridade, a preservação, o controle e a utilização racional das águas doces superficiais.

A poluição das águas doces é gerada por: efluentes domésticos (poluentes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias), efluentes industriais (poluentes orgânicos e inorgânicos, dependendo da atividade industrial) e carga difusa urbana e agrícola (poluentes advindos da drenagem destas áreas: fertilizantes, defensivos agrícolas, fezes de animais e material em suspensão) [4,5].

Para realizar o controle da poluição das águas de nossos rios e reservatórios, utilizam-se os padrões de qualidade, que definem os limites de concentração a que cada substância presente na água deve obedecer [3,6]. Esses padrões dependem da classificação das águas interiores, que é estabelecida segundo seus usos preponderantes, variando da Classe Especial, a mais nobre, até a Classe 4, a menos nobre, pela **Resolução CONAMA 20/86**.

As análises das águas obtidas nos mananciais com frequência e periodicidade desejáveis revelarão a necessidade ou não de qualquer processo corretivo (tratamento de água). A água destinada ao consumo humano deve obedecer a uma série de requisitos para se constituir em água potável. O padrão de potabilidade da água é definido na **Portaria 36**, de 19 de janeiro de 1990, do Ministério da Saúde. A importância dos sistemas de abastecimento de água está relacionada com a melhoria da qualidade de vida e com o aumento da vida média dos habitantes. À medida que se aumenta a eficiência dos serviços de abastecimento de água, diminui-se a incidência de doenças relacionadas com a água [7].

Outros fatores muito importantes são quanto ao planejamento e à proteção adequados dos mananciais para a garantia da qualidade e a conservação dos mesmos. Alguns impactos ambientais nos recursos hídricos brasileiros são causados por: desmatamentos irregulares de matas ciliares; assoreamentos e contaminação de mananciais devido a ações criminosas de mineradoras; aporte de grandes volumes diários de esgoto doméstico e industrial sem qualquer tratamento [8]. Os mananciais constituem áreas protegidas por uma Legislação Ambiental bastante vasta, que não é cumprida, na maioria das vezes, colocando em risco a sua qualidade ambiental. A boa gestão da água deve ser objeto de um plano que contemple os múltiplos usos desse recurso, desenvolvendo e aperfeiçoando as técnicas de utilização, tratamento e recuperação de nossos mananciais.

O objetivo desse trabalho é fazer uma avaliação da qualidade ambiental (diagnóstico ambiental) das áreas de mananciais para o sistema de abastecimento público de água, tendo como exemplos dois casos: o Rio Guandu/RJ, um manancial superficial que abastece a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, e o Bairro da Jaqueira, em Pirai/RJ, que utiliza um manancial subterrâneo como alternativa de abastecimento de água para sua pequena comunidade.

### TIPOS DE MANANCIAS EXISTENTES

Os mananciais normalmente utilizados para abastecimento de água podem prover das águas superficiais e subterrâneas.



## **ÁGUAS SUPERFICIAIS**

A captação de águas superficiais é a extração das águas nos rios, córregos, represas ou lagos. Uma captação de águas superficiais deve atender aos seguintes requisitos [9]:

1. Garantia de suprimento e funcionamento contínuos, inclusive em épocas de estiagem.
2. Localizar-se em ponto de maior proteção sanitária contra eventual poluição e acidente com produtos químicos, a fim de garantir a melhor qualidade da água bruta.

Devido à água superficial ser facilmente poluída por materiais grosseiros, devem ser colocados no ponto de captação das águas superficiais, dispositivos de proteção contra a entrada de folhas, galhos, peixes e animais mortos. Na captação das águas superficiais, podem ser utilizados dispositivos para manutenção de nível de água, tais como barragens, represas, lagos, vertedores e entrocamentos [3].

Nas represas e lagos, é comum a qualidade da água alterar-se com a profundidade, devido à existência de matéria orgânica e outras substâncias. É comum também o aparecimento de algas nessas águas. Os lagos e represas podem ser também mananciais artificiais, isto é, formados a partir de obras executadas em um rio ou córrego, a fim de reter o volume necessário para a proteção das captações ou garantir o abastecimento em tempo de estiagem.

## **ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

As águas subterrâneas são aquelas provenientes do subsolo, sendo classificadas em águas de lençol freático e águas de lençol confinado.

As águas de lençol freático são aquelas que se encontram livres, sob pressão da atmosfera. Um poço perfurado nessas condições recebe a denominação de poço freático, poços rasos, cacimbas ou amazonas. Nesse poço, a água no seu interior terá o nível coincidente com o nível do lençol. A alimentação do lençol freático ocorre geralmente ao longo do próprio lençol.

As águas de lençol confinado são aquelas que se encontram confinadas por camadas impermeáveis e sujeitas a uma pressão maior que a pressão atmosférica. O aproveitamento dessas águas se dá por meio de poços profundos ou artesianos. A alimentação do lençol confinado verifica-se somente no contato da formação geológica com a superfície do solo, podendo ocorrer a uma distância considerável do local do poço. As condições climáticas ou o regime de chuvas, observados na área de perfuração do poço, pouco ou nada afetam as características do aquífero [3]. A captação de águas subterrâneas onde se tem uma melhor qualidade da água bruta é aquela do lençol confinado.

Como regra geral, a água subterrânea não necessita ser tratada para ser consumida, como acontece com as águas dos rios, tendo em vista ser naturalmente filtrada e purificada, muito além do que se poderia obter por meio do processo usual de tratamento. Como resultado, a utilização do manancial subterrâneo é relativamente muito mais barata, sobretudo quando 90% dos esgotos e 70% dos efluentes industriais são lançados sem tratamento nos rios. Portanto, as exigências de qualidade das empresas, que estão sendo feitas pelo "Mercado Global" (ISO 9000, ISO 14000), inclusive das empresas de saneamento, e a Lei Federal No. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, representam boas perspectivas de incremento no uso do manancial subterrâneo para abastecimento urbano no Brasil. A qualidade das águas subterrâneas é tão elevada quanto a sua quantidade, podendo abastecer cerca de 70% das cidades do Brasil [6].

## **TÉCNICAS DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DE MANANCIAIS**

As medidas de controle terão eficiência limitada se não abrangerem a bacia hidrográfica como um todo, para efeito do planejamento das atividades a serem realizadas. Dentre as principais técnicas, podem ser citadas: a implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais; o controle de focos de erosão; a recuperação de rios, de lagos e represas [5].



A recuperação dos rios tem como objetivo o retorno ao seu equilíbrio dinâmico, através da restauração de suas condições naturais, tais como, do sedimento, do escoamento, da geometria do canal, da mata ciliar e da biota nativa. As técnicas utilizadas na recuperação dos rios podem ser estruturais e não-estruturais [5].

As técnicas estruturais não requerem alterações físicas no curso d'água e incluem as políticas administrativas e legais e os procedimentos que limitam ou regulamentam alguma atividade.

As técnicas não-estruturais requerem algum tipo de alteração física no corpo d'água, incluem reformas nas estruturas já existentes e são utilizadas para acelerar os processos naturais de recuperação dos rios.

### ESTUDO DE CASO 1: RIO GUANDU/RJ

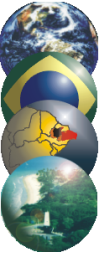
#### DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O Rio Guandu/RJ é um manancial superficial e o principal fornecedor de água para a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Guandu – CEDAE. Está classificado como classe 2 (CONAMA 20/86) e sua água, após tratamento convencional, é distribuída na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

A bacia hidrográfica do Rio Guandu (Ribeirão das Lages-Guandu-Piraí) recebe maior contribuição das águas que são bombeadas do Rio Paraíba do Sul. As águas são utilizadas para múltiplos fins, entre os quais o principal é o abastecimento industrial, que retorna as águas usadas (residuárias) para os rios, quase sempre, com elevada carga poluidora [10].

Na região próxima à represa Guandu-CEDAE, foram observados algumas situações irregulares que comprometem a qualidade das águas do rio: vários pontos de descarga de esgotos domésticos e lançamento de lixo urbano (resíduos sólidos) devido à existência de residências, ocupando de forma desordenada as áreas próximas a leitos de rios e cabeceiras de mananciais, locais originalmente ocupados pela mata ciliar; desmatamento das encostas e retirada de areia.

A **Figura 1** mostra a foto da margem direita do Rio Guandu dentro da área de captação da ETA Guandu (após a barragem flutuante), na qual se observam algumas residências e presença de lixo urbano. A **Figura 2** apresenta uma foto do sistema de gradeamento na entrada dos túneis de captação da ETA Guandu. Observa-se que a área acima dos túneis também já está ocupada por residências e apresenta encostas descobertas. A **Figura 3** mostra a foto do Rio Guandu antes da captação, na qual se observa, na margem esquerda, a presença de uma draga para extração de areia. No lado direito, tem-se o Rio que deságua no Rio Guandu, contendo todo o esgoto doméstico e industrial de Queimados.



**Figura 1** – Foto da margem direita do Rio Guandu dentro da área de captação (após a barragem flutuante), na qual observam-se algumas casas e presença de lixo urbano.



**Figura 2** – A área acima dos túneis na entrada da ETA Guandu já está ocupada por residências e com encostas descobertas.



**Figura 3** – Foto do Rio Guandu antes da captação, na qual se observa, na margem esquerda, a presença de uma draga para extração de areia.

### **MEDIDAS MITIGADORAS (PROPOSTAS)**

Algumas ações de recuperação e/ou preservação devem ser implantadas, de modo a adequar situações que colocam em risco o equilíbrio ambiental da área, principalmente com relação à qualidade e à quantidade da água, tais como:

- Em áreas que apresentam instabilidade (como taludes de barragens), devem ser implantadas ações, tais como revegetação e recomposição do talude, sempre no sentido de diminuir o risco de deslizamentos;
- Desmatamento: ao ser identificado um desmatamento ilegal ou retirada de areia recente, deve-se acionar de imediato o órgão competente;
- Conscientização da população urbana sobre a importância do manancial, para que ela possa participar da fiscalização e implantação das ações necessárias;
- Proteção direta dos cursos d'água, com a preservação da mata ciliar e das nascentes, conforme Lei Federal n.º 7803 de 18/08/89. Em alguns casos, as áreas deverão ser reflorestadas, em outros, somente protegidas para a sua regeneração natural. Para sua proteção, podem ainda ser demarcadas através de cerca ou estacas. Esta ação deve sempre ser desenvolvida em parceria com os proprietários. É muito importante avaliar a proporção de recuperação da mata ciliar e de nascentes, pois seus efeitos estão diretamente relacionados com as alterações, tanto na qualidade, quanto na quantidade da água do manancial;
- Realização de análises físico-químicas e bacteriológicas, com frequência e parâmetros a serem determinados pelo Órgão Ambiental competente, conforme os problemas existentes, para melhor definição das alterações da qualidade e quantidade da água bruta;
- Reflorestamento das áreas com solos expostos pela retirada da mata ciliar e que apresentam risco para o manancial. A mata ciliar cumpre um papel fundamental no ciclo da natureza: abriga uma variedade enorme de animais e de plantas menores e protege o rio; ainda funcionam como obstáculos ao carreamento do solo provocado pelas águas das chuvas; protegem as margens contra as ações das ondas, evitando processos erosivos muito comuns em grandes reservatórios; contribuem, assim, para a melhoria da qualidade da água. Para a biologia aquática há benefícios, também, em função da formação de ambientes adequados ao desenvolvimento da fauna de peixes pelo restabelecimento da cadeia alimentar. Além disso, possibilitam a preservação de espécies florestais raras ou em risco de extinção, bem como da fauna e flora a elas relacionadas. Outra vantagem da vegetação ciliar é a provável diminuição do processo de evaporação das águas dos reservatórios, devido à redução da intensidade dos ventos, sem



falar nos benefícios sociais oferecidos às populações próximas, no campo da saúde e do lazer.

Nesta etapa são definidas as ações necessárias para a recuperação e proteção do manancial, em relação ao uso e ocupação do solo e à qualidade e à quantidade da água.

## **ESTUDO DE CASO 2: BAIRRO DAS JAQUEIRAS - PIRAI/RJ**

### **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

O Bairro da Jaqueira, em Pirai/RJ, localidade do km 80 da BR-101 (Rodovia Rio-São Paulo), distante aproximadamente 6 km do centro de Pirai, é formado por uma pequena comunidade com cerca de 190 residências.

Devido à inviabilidade econômica de uma rede de distribuição de água até essa localidade, foram executadas obras para captação de águas subterrâneas através da perfuração de dois poços profundos (ou artesianos), com aproximadamente 70 m, equipados com sistema de bombeamento para adução até o reservatório. O sistema de tratamento consistia de uma simples desinfecção no próprio reservatório de distribuição. Foi feita uma coleta de amostras e análises das águas subterrâneas, para se verificar a necessidade de mais algum processo de purificação. No entanto, após seis meses, verificou-se que os dois poços não foram suficientes para abastecer a comunidade. Não foi feita uma prospecção eficiente para se avaliar o tamanho do lençol d'água.

Com uma nova avaliação de técnicos da CEDAE, verificou-se a viabilidade de utilização de um manancial superficial para captação, com vazão de aproximadamente 6 l/s (época de seca). Em função das condições da qualidade da água desse manancial encontradas nas análises físico-químicas e bacteriológicas, constatou-se que as condições da qualidade da água desse manancial não atendiam aos padrões de potabilidade (Portaria 36). Além disso, o manancial escolhido é utilizado pela população para fins recreativos. Esse manancial tem capacidade de captação limitada, não atendendo a um eventual aumento da população. Atualmente, a sua captação é justificada por razões econômicas e pela necessidade de abastecimento da comunidade local. Para projetos futuros, tem-se como possibilidade a captação a partir de um açude com capacidade de 15l/s.

### **MEDIDAS MITIGADORAS (PROPOSTAS)**

A partir do diagnóstico levantado, foram feitas algumas propostas que garantissem a proteção do manancial e da população beneficiada com o abastecimento público:

- Em função das condições da qualidade da água desse manancial encontradas nas análises físico-químicas e bacteriológicas, constatou-se a necessidade de construção de uma Estação de Tratamento (ETA) antes do uso como água de abastecimento, de modo a atender aos padrões de potabilidade (Portaria 36);
- Necessidade de um trabalho de educação ambiental dos moradores, integrando-os na fiscalização e proteção do manancial;
- Implantação de uma rede de coleta de esgotos e de lixo urbano e sua destinação final (aterro sanitário), de modo a não comprometer a qualidade das águas subterrâneas.

Neste caso, tem-se uma solução alternativa para a falta de uma rede de abastecimento de água para uma pequena comunidade com sérios problemas de infraestrutura de saneamento básico, comprometendo a solução viável tecnicamente de captação de águas subterrâneas.

### **CONCLUSÃO**

Os mananciais são de grande importância para a manutenção das atividades humanas, envolvendo aspectos sanitários, socioeconômicos e até políticos. Assim, a preservação da qualidade de suas águas, bem como da presença da mata ciliar, deve ser observado e garantido seriamente como condição para a manutenção da quantidade da água.



É necessário e urgente que seja implantado um programa nacional para a proteção de mananciais, atendendo à legislação ambiental existente e podendo ser composto pelas seguintes etapas:

- Levantamento das atividades antrópicas desenvolvidas, da flora e fauna locais, das nascentes desprotegidas e da situação da mata ciliar (áreas a serem recuperadas e preservadas) e da situação socioeconômica da população local;
- Elaboração do diagnóstico, indicando o risco de poluição do manancial (devido às atividades existentes), o estado de degradação ambiental (decorrente do uso e ocupação inadequados do solo) e o tipo de ocupação da bacia, e posteriormente do prognóstico (projeção futura da situação ambiental do manancial);
- Definição das ações necessárias para a recuperação e proteção do manancial (uso e ocupação do solo e qualidade e quantidade de água);
- Implantação das ações;
- Monitoramento das ações para possíveis correções ou ajustes.

Levando-se em consideração a Legislação Ambiental Brasileira vigente, como o Código Florestal (instituído pela lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965), observou-se que, nos casos estudados, as áreas de manancial estão totalmente desprotegidas devido ao processo de degradação ambiental, afetando a qualidade das águas do manancial e colocando em risco a saúde da população. Assim, de acordo com a Lei 6.938, essa prática de descaso e degradação fere o artigo 3º, item IV, e pode enquadrar como poluidores, além de pessoas física e jurídica, também os órgãos públicos responsáveis, direta ou indiretamente, pela manutenção, fiscalização e preservação dos mananciais, que não estão cumprindo o seu papel.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO NETTO, J.M., PARLATORE, A.C. et al. **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água**, CETESB/ASCETESB, São Paulo, p. 15-27, 1987.
2. RICHTER, C.A., AZEVEDO NETTO, J.M. **Tratamento de Água – Tecnologia Atualizada**, Ed. Edgard Blücher, SP, 1991.
3. SOUZA, R.M.G.L. de, PERRONE, M.A. **Sistema de Abastecimento Público de Água**, Volume 1, Programa Estadual de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – PRÓ-ÁGUA, São Paulo.
4. BABBIT, H.E., DOLAND, J.J., CLEASBY, J.L. **Abastecimento de Água**, [Tradução de Zadir Castello Branco], Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo.
5. CASTRO, A.A., COSTA, A.M.L.M. et al. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**, Volume 2, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
6. SOUZA, R.M.G.L. de, PERRONE, M.A. **Padrões de Potabilidade da Água**, Volume 2, Programa Estadual de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – PRÓ-ÁGUA, São Paulo.
7. STEEL, E.W. **Abastecimento de Água e Sistema de Esgotos**, [Tradução de José Santa Ritta], Programa de Publicações Didáticas da Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional – USAID, Rio de Janeiro, 1996.
8. CORDEIRO, G.B. “Sistema Integrado de Proteção aos Mananciais – SIPAM”, **Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES, 1999.
9. LEME, F.P. **Teoria e Técnicas de Tratamento de Água**, 2ª. ed., ABES, RJ, 1990.
10. TEIXEIRA, F.H. **Estudo Comparativo para Metais em Ambiente Aquático (Bacia Hidrográfica do Rio Guandu - RJ)**, Dissertação de Mestrado, ENSP/FIOCRUZ, 1998.