

# ANÁLISE PRELIMINAR DO POTENCIAL HÍDRICO DO PARQUE ESTADUAL DA ILHA DO CARDOSO-CANANÉIA (SP)

**Geraldo Hideo Oda<sup>1</sup>; Antonio Carlos Primo Nalesso Lemos<sup>1</sup>; Marcos Bühner Campolim<sup>2</sup>; Luciana Martin Rodrigues Ferreira<sup>1</sup>; Mara Akie Iritani<sup>1</sup>**

**Resumo** - Os altos índices de precipitação que ocorrem na região da Ilha do Cardoso, de cerca de 2.000 mm/ano, favorecem as captações tanto subterrâneas como superficiais. Os poços rasos das partes rebaixadas da ilha possuem de 3 a 9 m de profundidade, nível estático em torno de 1 a 6 m e vazão de 1 a 3 m<sup>3</sup>/h. Na Comunidade do Marujá (maior concentração urbana da ilha, com 66 casas), 70 a 80% dos poços apresentaram contaminação proveniente de fossas, devido à alta vulnerabilidade do aquífero. A exuberante vegetação encontrada nas partes mais elevadas da ilha, controla a vazão dos rios, proporcionando maior recarga do aquífero (manto e rocha fraturada). Por estes motivos muitos ribeirões têm potencial para o abastecimento das comunidades.

**Palavras-chave** - Aquífero costeiro, contaminação, captação superficial.

## 1. INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo era coberto por vegetação natural (82% de florestas e 18% de campos e cerrados), restando hoje cerca de 6% da vegetação natural. Esse índice é bastante inferior a 30%, cujo valor é internacionalmente recomendado como a taxa mínima de cobertura vegetal para se garantir uma boa qualidade de vida na Terra (IF/SMA 1997). Neste sentido, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, aliada a outros segmentos da sociedade, vem se empenhando para reverter esta

---

<sup>1</sup> Instituto Geológico - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Av. Miguel Stéfano 3.900, São Paulo, SP, Tel. (011) 276-8721;

<sup>2</sup> Parque Estadual da Ilha do Cardoso - Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Av. Prof. Wladimir Besnard s/n, Cananéia SP, Tel. (013) 851-1163.

situação, procurando atuar junto à comunidade, num processo de valorização da biodiversidade. A Ilha do Cardoso é uma unidade de preservação e localiza-se numa região que é um dos mais importantes criadouros de espécies marinhas do Atlântico Sul, o Complexo Estuarino Lagunar de Iguape (SP), Cananéia (SP) e Paranaguá (PR), na divisa do Estado de São Paulo com o Estado do Paraná. O Instituto Florestal vem implantando uma “gestão participativa” no parque, procurando envolver tanto a população interna (tradicional) como a externa (turista), e chamando a atenção para a importância da unidade de conservação (SMA 1997). Para tanto, a direção do parque vem suprindo as comunidades tradicionais da ilha com uma infraestrutura mínima e compatível com o meio ambiente, para estabelecer uma parceria com as mesmas, e para proporcionar um melhor acesso e aproveitamento dos visitantes.

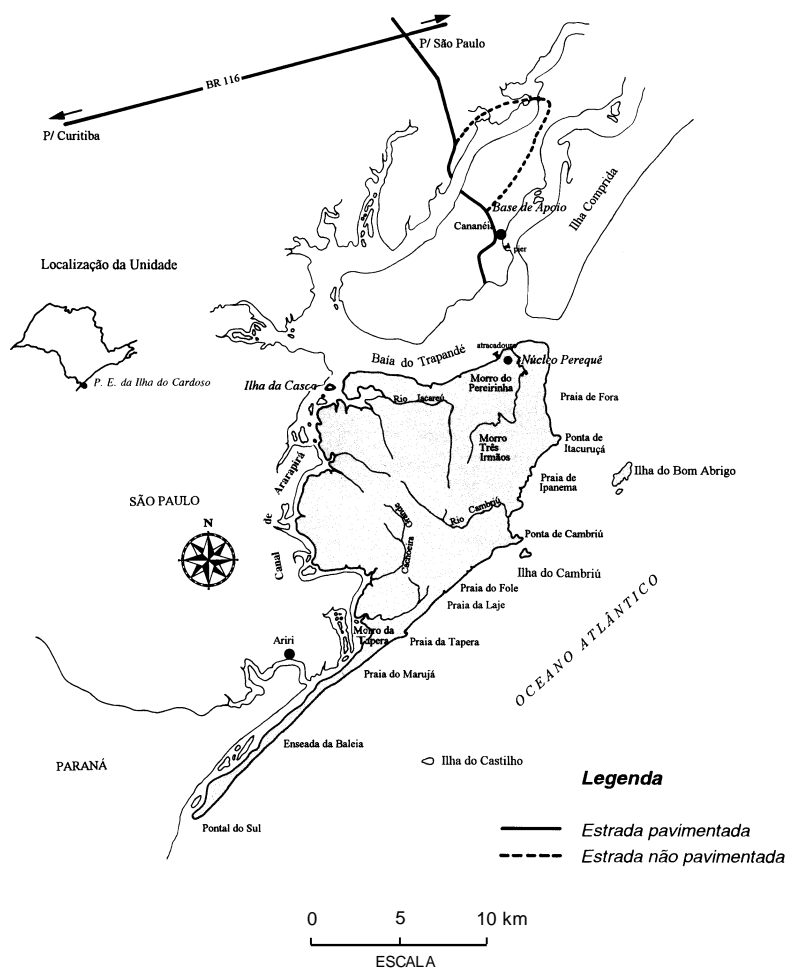
## **2. OBJETIVO E LOCALIZAÇÃO**

O trabalho teve a finalidade de executar uma análise de viabilidade de captação de água superficial (rios) e subterrânea (dunas) da ilha e das formas de disposição dos efluentes domésticos das comunidades.

O Parque Estadual da Ilha do Cardoso situa-se no Município de Cananéia SP, no extremo sul do Estado de São Paulo, a 272 km da capital paulista. As principais vias de acesso à ilha são as rodovias: BR 116 - Regis Bittencourt e SP 226, sendo que esta última rodovia interliga as cidades de Pariqueira-Açu e Cananéia (Figura 1). A Base de Apoio do parque fica na cidade de Cananéia de onde saem as embarcações para o Núcleo Perequê, que é a Base Operacional do parque na ilha.

## **3. GEOLOGIA**

A Ilha do Cardoso é constituída por três unidades geológicas principais: metassedimentos correlacionáveis ao Grupo Açungui, rochas granitóides intrusivas do Proterozóico Superior e sedimentos cenozóicos. Os metassedimentos ocorrem com maior expressão nas porções oeste e norte da ilha, às vezes formando elevações isoladas em meio aos sedimentos cenozóicos. A direção principal da xistosidade é aproximadamente E-W, com fortes mergulhos ora para norte, ora para sul. As rochas granitóides predominam nas partes montanhosas e centrais da ilha e nos costões do lado leste da mesma, voltados para o mar aberto.



Fonte: Folder SMA (modificado)

Figura 1. Mapa de localização da Ilha do Cardoso

Os sedimentos cenozóicos predominam nas planícies de entorno da ilha e na restinga que se prolonga para sudoeste, com cerca de 15 km de extensão.

#### 4. GEOMORFOLOGIA

A Ilha do Cardoso situa-se na Província Costeira, na Zona das Baixadas Litorâneas, na Subzona da Serra de Paranapiacaba (ALMEIDA 1964). Na baixada do Rio Ribeira de Iguape, ocorre uma diversidade de sedimentação: marinha, fluvial e eólica. Junto ao mar predominam as extensas praias e as planícies de restingas. Tais planícies são recortadas por numerosos canais que as dividem em ilhas, sendo que as maiores são as ilhas Comprida e Cananéia. Destas planícies erguem-se áreas representadas por diversos morros constituídos de gnaisses, xistos ou granitos. Segundo ALMEIDA (1964), a origem

das Baixadas Litorâneas iniciaram-se possivelmente no Cretáceo Superior, foram entulhadas por depósitos marinhos fluviais, atravessaram as variações glácio-eustáticas do nível do mar durante o Pleistoceno, e chegaram ao estágio atual. A parte central da ilha é formada por um relevo montanhoso, sustentado por rochas graníticas, com topos angulosos, vertentes convexas e declividades altas. Os pontos de maior altitude ultrapassam 800 metros.

## **5. CLIMA**

A área compreendida pelo parque é sazonalmente controlada por massas tropicais e polares, de acordo com a classificação climática do território paulista de MONTEIRO (1973 *apud* TAVARES 1998). Na Bacia do Rio Ribeira de Iguape (GUTJAHR 1993) a precipitação média foi estimada em 2.000 mm/ano. O período seco corresponde aos meses de junho, julho e agosto (14% das precipitações anuais) e o período chuvoso ocorre nos meses de janeiro, fevereiro e março, quando as precipitações somam 41% dos totais anuais. As temperaturas médias anuais variam entre 20 a 22 °C com amplitudes relativamente baixas. TAVARES (1990), sobrepondo os histogramas de precipitação anual de dois postos pluviométricos da região da ilha, para o período de 1960 a 1984, notou uma diferença de aproximadamente 500 mm/ano, isto é, no posto Ariri (G5-001) chove 500 mm/ano a mais que no posto Sítio Ipanema (G4-003), em decorrência da localização dos mesmos, pois, na faixa estreita que se prolonga para sudoeste (restinga arenosa) e nas partes sudeste e leste do maciço rochoso da ilha são as regiões onde chove mais, e nas porções norte e noroeste do referido maciço rochoso, onde se situa a Base Operacional Perequê, são as regiões onde chove menos.

## **6. HIDROGEOLOGIA**

Considerando o contexto geológico e geomorfológico da Ilha do Cardoso e os altos índices de precipitação que ocorrem na região, a exuberante vegetação exerce importante papel no regime de circulação das águas, atenuando a fase torrencial dos rios e proporcionando maior recarga do aquífero (manto e rocha fraturada), além de proporcionar maior estabilidade dos taludes (manto de alteração e/ou corpos de talus). Toda água da chuva que cai na ilha e chega até à base dos morros, escoada diretamente para o mar através das barras dos rios ou indiretamente fluindo através dos aquíferos (granular ou fraturado). Por estes motivos muitos ribeirões têm potencial para o abastecimento das comunidades. No caso das dunas e/ou cordões arenosos, os mesmos

podem receber água diretamente das chuvas ou através do escoamento das encostas dos morros ou dos ribeirões. No caso das dunas da restinga que se estende para sudoeste a partir da comunidade do Marujá a situação é diferente, pois, as águas subterrâneas dependem exclusivamente das precipitações locais, como mostra esquematicamente, uma seção transversal á restinga (Figura 2). Neste tipo de aquífero, do tipo costeiro ou de ilhas oceânicas, a água doce flutua sobre a água salgada, formando uma “bolsa” cujo potencial hídrico subterrâneo depende fundamentalmente das precipitações. De acordo com a relação de Ghyben-Herzberg (*apud* TODD 1959), comandada pelas densidades das águas doce e salgada, para cada unidade de rebaixamento de nível d’água dentro dos poços, acima do nível do mar, a interface (água doce - água salgada) sobe 40 unidades (Figura 2). Cabe ainda ressaltar que, neste tipo de aquífero, o risco de contaminação dos poços por água do mar e/ou das fossas negras é muito grande e depende de um controle muito rígido do rebaixamento

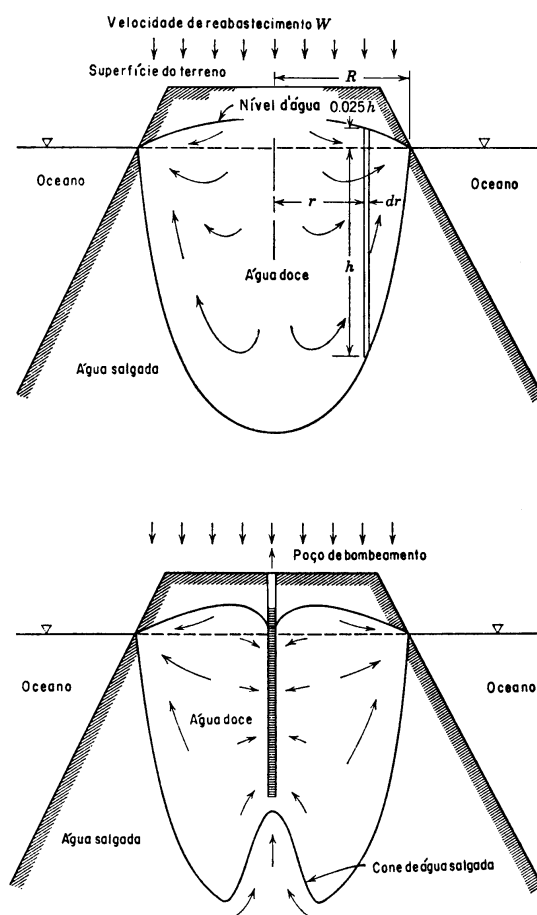


Figura 2. Perfil esquemático mostrando a disposição da água subterrânea em aquíferos costeiros (TODD 1959).

de nível d'água dos poços e da localização dos mesmos. Em areias puras, como as encontradas nas dunas, a velocidade real da água no meio saturado é da ordem de 0,7 m/dia (FREEZE & CHERRY 1979). Considerando um tempo de médio de 50 dias para a morte das bactérias, a distância mínima poço-fossa deverá ser da ordem de 35 m. A distância entre os poços para a extração de água, também deve ser controlada, devido a interferência dos cones de rebaixamento, que se somam.

### **6.1. CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS**

As captações superficiais são semelhantes àquelas existentes em todas as regiões serranas, isto é, com tubo plástico dentro das partes elevadas das drenagens, que transportam a água por gravidade até os pontos desejados. As captações mais simples são realizadas com mangueira plástica de  $\frac{3}{4}$  de polegada, para transportar a água até 200 a 300 m de distância. A captação destinada ao abastecimento da Comunidade do Marujá foi construída com uma tubulação inicial de 3 polegadas, que é reduzida a 1 polegada no final. O comprimento total da tubulação principal é de aproximadamente 6 km, e nos trechos submersos, ela é constituída de material resistente ao ataque da fauna aquática local.

### **6.2. CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS**

As captações subterrâneas são realizadas através de poços rasos, construídos com tubo de PVC de 1 1/4 a 1 1/2 polegada de diâmetro, 3 a 9 metros de comprimento, com aproximadamente 1 m no final do tubo (no fundo) perfurado e recoberto por uma tela plástica, para impedir a entrada de areia para dentro do poço. Desta forma a água captada provém das partes mais profundas, uma vez que nas partes mais próximas à superfície a mesma é ferruginosa, com gosto e odor desagradáveis. Os poços rasos construídos nas praias do lado leste da ilha estão sujeitos à salinização temporária através de fortes marés, que às vezes "lavam" a planície a dentro. Nas dunas da restinga os poços produzem de 1 a 3 m<sup>3</sup>/h, o nível estático destes poços é da ordem de 1 a 6 m, com cerca de 0,5 m acima do nível do mar. Com estes dados estima-se que a profundidade da interface (água doce/salgada) esteja a cerca de 20 m abaixo do nível do mar. A Comunidade do Marujá, situada na parte sudoeste da ilha, possui 66 casas sendo, 46 de população tradicional e 20 de turistas, com um total de 200 habitantes. Nesta

comunidade as partes mais elevadas das dunas chegam até cerca de 6 a 7 metros de altitude. A distância poço-fossa é relativamente pequena frente à alta permeabilidade dos aquíferos granulares arenosos, como os que existem no local. Nesta comunidade, cerca de 70 a 80% dos poços apresentaram contaminação por coliformes fecais. As fossas, distribuídas aleatoriamente em relação aos poços de abastecimento, seriam a principal causa da contaminação dos mesmos. Com relação à salinização proveniente da intrusão da água do mar, parece não haver problemas. As altas precipitações que ocorrem na região (2.500 a 3.000 mm/ano) e a maior largura da restinga (70 m) manteria a cunha salina afastada dos poços.

## **7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

De acordo com as informações levantadas, verificou-se que é plenamente possível a captação de água para o consumo humano e para outros fins na Ilha do Cardoso, tanto nos mananciais superficiais (rios) como nos subterrâneos (dunas). Em aquíferos costeiros o nível d'água é o parâmetro com o qual se controla o movimento da cunha salina, portanto, o mesmo deve ser mantido o mais alto possível para evitar a salinização do aquífero. A captação de água subterrânea nas dunas deve ser feita nas partes altas, posicionando-se as fossas sépticas nas partes mais baixas e a mais de 35 m de distância dos poços de abastecimento. A utilização do sistema de cata-vento é uma das formas preferenciais para o bombeamento da água dos poços, apesar do custo inicial do investimento, que pode ser relativamente alto. Entretanto, a forma ideal para a captação de água subterrânea nas dunas é o sistema de poços ponteiras (com tubulação inoxidável) ou do tipo que já existe no local (poços rasos de diâmetro reduzido, de 1 a 1 ½ polegada de diâmetro) e bomba de sucção manual. Esta forma de captação, apesar de sacrificada, minimizaria o bombeamento e não estimularia a ocupação humana desordenada na ilha, principalmente na faixa estreita que avança para sudoeste (restinga). Com esta forma de captação não se excederia a capacidade normal de fornecimento do aquífero e permitiria uma utilização mais equilibrada do potencial dos recursos naturais, evitando-se uma ocupação excessiva, como no caso da Comunidade do Marujá, onde ocorreu contaminação em 70 a 80% dos poços de abastecimento. Com a oferta de água potável encanada resolve-se o problema da utilização de água contaminada, porém, esta comodidade provoca mudanças no comportamento humano, resultando no aumento da produção de efluentes domésticos, além do aumento populacional da ilha. Por este motivo, o tratamento dos efluentes domésticos na

comunidade do Marujá é uma etapa que deve ser iniciada em breve. Para o caso da captação de água nas dunas recomenda-se a realização de pesquisas mais detalhadas, para caracterizar melhor o potencial de abastecimento das mesmas, sendo que para auxiliar na caracterização da estratigrafia da restinga, pode-se optar pela utilização do *GPR* (*Ground Penetration Radar*). Um outro fator a considerar é a alta vulnerabilidade à poluição dos aquíferos costeiros, onde é comum a ocorrência de contaminação da água dos poços por fossas negras, devido ao mal posicionamento das mesmas em relação aos poços de abastecimento. Nestes aquíferos a profundidade do nível d'água é pequena e o coeficiente de transmissividade das areias de praia é alto. Devido à alta vulnerabilidade à poluição dos aquíferos costeiros (dunas) recomenda-se muito cuidado no manuseio e estocagem de combustíveis dos motores e das bombas utilizadas. Para o caso dos efluentes domésticos, recomenda-se a instalação de estações de tratamento de esgoto e/ou a utilização do sistema de fossas sépticas, de acordo com a norma ABNT (NBR 13.969), bem como a realização de pesquisa para se avaliar a eficiência das mesmas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALMEIDA, F.F.M.de. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. Bol. Inst. Geogr. Geol., São Paulo, 41:169-263.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 1997. Projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos de tanques sépticos. NBR 13.969. ABNT. Rio de Janeiro.
- FREEZE, R.A. & CHERRY, J.A. 1979. "Groundwater". Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall Inc., 604p.
- GUTJAHR, M.R. 1993. Critérios relacionados à compartimentação climática de bacias hidrográficas: a bacia do rio Ribeira de Iguape. (Dissertação de Mestrado). São Paulo: Departamento de Geografia/FFLCH/USP, 89p. + anexos.
- INSTITUTO FLORESTAL (IF/SMA). 1997. Folheto explicativo da Estação Experimental e Ecológica de Assis. São Paulo: Instituto Florestal/SMA, 15p.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SMA). 1997. Plano de Gestão Ambiental do Parque Estadual da Ilha do Cardoso - Fase 1. Por: R. Campanha; A.L.F. Mendonça; O. Bim; M. B. Campolim; M.J.N. Souza *et al.* São Paulo, SMA. (Projeto de Preservação da Mata Atlântica (SMA/KfW), planos de manejo e de gestão ambiental. Relatório interno.
- TAVARES, R. 1998. Aspectos climáticos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso.



Relatório não publicado. PPMA/SMA/KfW.IF.SP. (Relatório de consultoria relativo ao processo do Plano de Gestão Ambiental-fase 1 do PEIC; documento interno).

TODD, D.K. 1959. Ground Water Hydrology. John Wiley & Sons, Inc., New York.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a colaboração das seguintes pessoas: Guarda-parque Sr. Jorge; Sr. Carlinhos e Sr. Aníbal, da Comunidade do Cambriú; Sr. Henrique, da Comunidade da Enseada da Baleia; Sr. Ezequiel, da Comunidade do Marujá; Sr. Hernandez, motorista do IG; e aos funcionários do parque, pela infraestrutura oferecida.