

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E MOBILIZAÇÃO SOCIAL: EM BUSCA DA GESTÃO PARTICIPATIVA DO USO DA ÁGUA (PRAIA DE TAQUARAS, BALNEÁRIO CAMBORIÚ/SC)

Foppa, C.C.^(1,2); Kuroshima, K.N.^(1,3); Medeiros, R.P.⁽¹⁾; Borges, S.F.⁽¹⁾; Barreiros, M.A.B.⁽¹⁾; Araújo, S.A.⁽¹⁾; Scherer, P.F.⁽¹⁾ & Lacava, L.; Bonilha, L.E.C.

Resumo – O crescimento acelerado da Praia de Taquaras, Balneário Camboriú/SC a partir da melhoria do acesso viário, vem provocando impactos ao ambiente local, especialmente à água subterrânea, principal fonte de abastecimento. Buscando-se avaliar qualitativamente o recurso através de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e indicadores de contaminação orgânica e salina, foram coletadas amostras de água em 72% dos poços residenciais (N=145). As residências foram visitadas para obter informações sobre: tipo de abastecimento, representações frente às mudanças locais e qualidade da água. Os resultados das análises indicaram contaminação relacionada a esgoto doméstico, refletindo a falta de infraestrutura local. O volume excessivo retirado do aquífero, estimado através da condutividade elétrica e cloreto, sugeriu intrusão salina, principalmente nos poços próximos a praia. Alguns moradores possuem baixa capacidade de percepção sobre a qualidade da água, levando-os a consumi-la sem qualquer tipo de tratamento, ocasionando problemas de saúde. Os resultados foram discutidos em reuniões comunitárias, onde foram entregues laudos com resultados e esclarecimentos sobre as análises. O estudo despertou o interesse da comunidade para resolução de problemas envolvendo-os na elaboração, tomada de decisões e execução de ações para o uso adequado da água, constituindo-se num processo inovador de gestão participativa da água subterrânea, ainda incipiente no Brasil.

Abstract – The Taquaras Beach located in Balneário Camboriú City (Brazil), have been showing an increase in population number mainly after 1999, when the access for its beach were improved. This increase in population was not followed by same increase in sanitation treatment resulting in great impacts in environment systems. The goal of this study were evaluate underwater quality by chemical and microbiological parameters and organic and salts contamination indicators. The

¹ Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar (CTTMar) – Rua Uruguai, 458 – Itajaí (SC) – CEP: 88302-202.

² Laboratório de Educação Ambiental (LEA) – 47 - 341 7723 – carinafoppa@terra.com.br

³ Laboratório de Oceanografia Química (LOQ) – 47 - 341 7721 – naomi@cttmar.univali.br

samples were collected in 72% of houses (n=145) during 2003 summer. Besides this, all the houses were visited to obtain notices about water supply, water quality and local modifications. The chemical and microbiological results showed an organic domestic contamination. The excessive use of underwater by inhabitants indicates a saline intrusion, estimated by high chlorine and conductivity analysis, mainly in well located close to the coastal line. Some inhabitants have a low capacity of perception related to water quality, using this water even without any treatment. This actions are concerning because can cause health problems. The chemical and microbiological results were delivered to inhabitants and discussed in community meeting. This study made born the interest by community to solve many others common problems related to water, contributing to a innovator manager of underwater in Brazil.

Palavras-Chave – aquífero costeiro; contaminação; gestão participativa.

INTRODUÇÃO

O município de Balneário Camboriú (SC), atualmente com 80mil habitantes, vem crescendo expressivamente nos últimos anos, com elevados investimentos em turismo e obras que visam melhorias no âmbito da urbanização. Com o intuito de melhorar as condições de acessibilidade às praias ao sul deste município e possibilitar a exploração turística dessas localidades, a Prefeitura Municipal, implantou em 1999 a Rodovia Cênica Inter Praias, ligando a Barra do Rio Camboriú com a BR 101, promovendo com isso, o crescimento da população e o desenvolvimento local.

Esse rápido crescimento da população e da urbanização, em virtude da melhoria do acesso, submeteu maiores pressões ao ambiente local, principalmente aos recursos hídricos. A falta de investimentos do governo local em infra-estrutura básica de água e saneamento que suporte a demanda populacional crescente e expansão imobiliária na área, parece ter contribuído para estes resultados. O recurso hídrico subterrâneo é bastante explorado por comunidades que não apresentam uma rede de abastecimento de água tratada para suprir suas necessidades. Apesar de pouco mencionado e sem leis específicas que subsidiem seu uso, representa 98% da água doce disponível no planeta [1]. Além disso, é um recurso bastante explorado pela sua própria facilidade de obtenção tornando-se viável para pequenas comunidades geograficamente isoladas, ou ainda sem infra-estrutura básica de água e saneamento.

Assim, as comunidades da zona costeira utilizam esse manancial de forma bastante intensificada provocando a contaminação das mesmas devido a ausência de uma rede coletora e um sistema de tratamento de efluentes, ou de sistemas individuais de tratamento adequados as condições do solo dessas áreas. Além disso, os altos valores de água retirados do manancial, devido

às crescentes demandas nas áreas costeiras podem muitas vezes ocasionar a salinização do aquífero, devido a inversão no fluxo das águas subterrâneas, e assim inutilizar o manancial para consumo e outros usos.

Os recursos hídricos subterrâneos podem ser considerados mais protegidos que os superficiais, mas uma vez contaminados, são mais difíceis e demorados na recuperação. Muitas vezes a contaminação de um manancial se dá por práticas inadequadas dos usuários ou da inexistência de informações básicas na construção e uso dos poços, bem como a deposição dos efluentes gerados.

Contudo, as informações construídas com a própria comunidade, sob orientação adequada, podem contribuir para amenizar ou solucionar problemas locais, despertar o interesse da comunidade, gerando um processo de mobilização social, com cobrança ao Poder Público local, e participação ativa dos moradores para a resolução desses problemas.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo principal diagnosticar a qualidade do recurso hídrico subterrâneo, para orientar o uso comunitário e subsidiar a gestão participativa da água. Mais especificamente procurou-se:

1. Avaliar qualitativamente os recursos hídricos subterrâneos, através do uso parâmetros indicadores de contaminação orgânica (amônio, nitrito, nitrato, fósforo orgânico, fosfato, pH, *Escherichia coli* e coliformes totais, oxigênio dissolvido); e indicadores de contaminação salina (condutividade elétrica, dureza total e cloretos);
2. Realizar um cadastro de usuários da água, específico com informações sobre o tipo de abastecimento: ponteira, poços, fonte d'água, cachoeiras, nascentes, e tipos de sistemas de esgotamento sanitário: tanque séptico, e sistemas alternativos como filtro anaeróbio, sumidouro e valas;
3. Determinar a representação social da comunidade sobre a qualidade do recurso hídrico e o seu uso;
4. Encaminhar para as residências um laudo técnico sobre a qualidade da água bruta consumida (poços), com recomendações e orientações sobre seu uso e apresentar os resultados obtidos para a comunidade e Poder Público em reunião pública, para promover a discussão local, o envolvimento comunitário, e a busca de soluções conjuntas.

METODOLOGIA UTILIZADA

O número e o local de pontos de amostragem de água subterrânea foram definidos através do levantamento nas casas através de entrevistas com a comunidade e uma intensiva pesquisa em campo. Foram utilizadas para amostragem da área de estudo, os poços-ponteira (well-point) e poços

cacimbas em funcionamento nas residências e estabelecimentos comerciais, no período de fevereiro e março de 2003. Foram coletadas amostras de água para análise em laboratório em 35 dos 48 poços existentes na região de estudo, representando 72% dos poços existentes no local.

A coleta nos poços-ponteira foi feita na primeira saída de água após a motobomba, na torneira de inspeção ou na entrada da caixa d'água, conforme o caso. Para garantir que a água coletada represente as características regionais do aquífero, evitando influências de alguma perturbação química superficial do aquífero, garantiu-se uma renovação mínima de água de 10 vezes o volume interno do poço. A água foi bombeada durante 5 a 10 minutos pela motobomba [2]. Nos poços cacimbas a coleta da água foi auxiliado por um recipiente que foi lavado e esterilizado com álcool 70% após cada coleta, ou com frasco individual esterilizado para cada poço.

As determinações dos parâmetros físico-químicos (pH, temperatura, salinidade, condutividade e OD) foram realizadas *in situ* utilizando um multianalisador Horiba U-10.

As amostras de água foram coletadas em frascos plásticos, previamente lavadas em HCl e preservadas no escuro e sob refrigeração e encaminhadas ao laboratório, onde foram filtradas, separadas em alíquotas e congeladas. As determinações dos nutrientes inorgânicos (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) foram realizadas através dos métodos colorimétricos, segundo recomendações de [3]. Fósforo Orgânico Total (POT) foi determinado após a digestão ácida como PO_4^{3-} através de métodos colorimétricos.

A dureza total e cloretos seguiram os métodos titulométricos, utilizando indicadores específicos para a determinação do ponto final [3].

Para determinação de coliformes foi utilizado o método de Número Mais Provável (NMP) de *Coliformes Totais* e *E. coli*, conforme [3], utilizando-se o Colilert[®]-18 associado ao Quanta Tray[®]. Todas as análises bacteriológicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado e Microbiologia/CTTMar/UNIVALI.

O cadastro dos usuários e a representação social da comunidade sobre o recurso hídrico e o desenvolvimento local foram realizadas através de entrevistas com os moradores locais e veranistas. As entrevistas foram realizadas em 76 residências, com um adulto representante da família, representando 65% da população do bairro.

RESULTADOS OBTIDOS

As concentrações de amônio na área de estudo variaram de 0,028 a 0,593 mg-N/L (Figura-1). Apenas 25% das amostras apresentaram concentrações abaixo dos limites permitidos pela legislação da Comunidade Européia que determina o valor máximo permissível de 0,05 mg-N/L. O

amônio (NH_4^+) corresponde a forma inorgânica mais reduzida do nitrogênio, sendo que sua presença na água subterrânea é indicadora de poluição recente por matéria orgânica em decomposição, e por contaminação bacteriana [4]. O P3 com concentrações de 0,558 mg-N/L pode estar fortemente relacionado a criações de animais (patos, galinhas, etc) próximos ao poço de abastecimento. Os demais pontos, com elevadas concentrações, como o P28 (0,276 mg-N/L) e P34 (0,568 mg-N/L) podem estar relacionado a localização do poço próximo (distância < 10 metros) do tanque séptico e/ou outro sistema alternativo de tratamento de esgoto. Além disso, o P28, possui condições de proteção precárias, com aberturas na parte superior do poço e uma profundidade que não ultrapassa 3,0 metros, o que facilita o aporte de fontes contaminantes, sendo um importante foco de contaminação do aquífero.

As concentrações de NO_2^- variaram na área de estudo de 0,001 a 0,01 mg-N/L. De acordo com a Figura 2, as concentrações de nitrato variaram de 0,003 a 5,905 mg-N/L. Esses valores não ultrapassam as concentrações máximas permitidas para o nitrato, segundo a Portaria 1469 de 29/12/200 do Ministério da Saúde e Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 10 mg-N/L, mas já podem evidenciar contaminação. Segundo Biswas (1990), *apud* [5], a água subterrânea não contaminada apresenta geralmente teores de nitrato menores do que 3 mg/L. Valores próximos aos observados para as águas não contaminadas do estado de São Paulo, segundo [6], que registraram valores médios de 2,5 mg-N/L. Por outro lado, Swain (1973) *apud* [7] determina que concentrações de nitrato na água subterrânea acima de 1,1 mg-N/L já podem estar indicando alguma influência antrópica.

Este parâmetro trata-se de um composto, cuja elevação do teor nas águas subterrâneas indica a influência de fatores externos, tais como esgotos domésticos, lixo, fertilizantes agrícolas ou despejos industriais [6], sendo desta maneira um excelente indicador de contaminação antrópica.

O fósforo é um componente importante na litosfera, porém na água a fonte mais importante provém da ação antropogênica, tanto na forma de produtos agroquímicos e de detergentes polifosfatados, quanto na forma de rejeitos domésticos provenientes da ação do metabolismo humano [4]. Os Fosfatos são importantes para todas as formas de vida, porém em excesso nas águas tornam-se responsáveis pela eutrofização, isto é, provocam o crescimento acumulado de algas e bactérias heterótrofas, modificadoras do caráter físico-químico da água, diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido [4] e precipitando metais pesados como o ferro. Na Praia de Taquaras esta situação é presente, onde o menor valor de oxigênio dissolvido – 1,48 mg/L no P4 (Figura 3), é também um dos poços que apresenta uma maior concentração de PO_4^{3-} – 0,168 mg-P/L (Figura 4). A presença de ferro é saliente e perceptível ao proprietário do poço, que tem dificuldades em utilizar a água para alguns fins, como lavar roupa e beber. Os valores de OD para toda a área de estudo foram bastante baixos variando de 1,48 mg/L até um máximo de 6,76 mg/L, com uma média de 4,59 mg/L. Os baixos valores de oxigênio na água podem estar relacionados ao elevado consumo

dessa substância nas reações de decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos domésticos e conseqüentemente atingindo o recurso subterrâneo.

A legislação Holandesa [8] determina que o nível de fosfatos na água subterrânea não gera problemas quando sua concentração é igual ou menor a 0,05 mg-P/L. Recorremos a esta legislação devido a ausência de uma norma ou legislação brasileira que estabeleça limites permitidos de fosfatos na água para consumo humano. Na Praia de Taquaras, 25% das amostras apresentaram valores maiores que os determinados por essa legislação. O maior valor encontrado foi de 0,235 mg-P/L no P8 e o menor foi de 0,004 mg/L no P22. A ausência de um sistema complementar para tratamento dos efluentes domésticos, como caixas de gorduras, pode estar influenciando estas elevadas concentrações de fosfatos observadas. Quanto ao Fósforo Orgânico Total (POT) (Figura 5), as maiores concentrações também foram observadas nos mesmos pontos cujas concentrações foram elevadas de PO_4^{3-} . O P8, maior concentração de PO_4^{3-} , também foi encontrado as maiores concentrações de POT, sendo de 0,221 mg-P/L.

Para determinar indícios de contaminação salina em aquíferos alguns parâmetros foram selecionados, tais como: *Cloreto, Dureza e Condutividade Elétrica*.

Os cátions Ca^{+2} e o Mg^{+2} ocorrem naturalmente na água, sendo que a sua origem pode estar associada à dissolução de rochas carbonatadas pela água subterrânea, minerais ricos em magnésio, ou a influência de água salina (com elevados teores destes cátions). Das 35 amostras analisadas, 40% delas apresentaram valores entre 50 e 150 mg/l de CaCO_3 , caracterizando-se essas águas com dureza moderada, ou meio duras. O maior valor identificado foi de 127,74 mg/l de CaCO_3 e o menor valor de 11,98 (Figura 6).

A origem natural dos cloretos pode estar relacionada à dissolução de minerais ou à intrusão de águas salinas, ou até mesmo por despejos domésticos. Na área de estudo os pontos amostrados definiram valores máximos de Cl^- de 120,52 mg/L e valores mínimos de 12,24 mg/L. A distribuição horizontal de cloretos (Figura 7), mostra que as concentrações mais elevadas destes parâmetros foram registradas em poços localizados próximos à faixa costeira, evidenciando, assim, a presença de contaminação salina nesses pontos isolados. Esta evidência pode ser fortificada, quando se vivencia no local um déficit de água, especialmente em épocas com maiores demandas de água, como na temporada de verão, onde a maioria das residências está ocupada.

Além disso, altos valores de Cl^- podem indicar poluição por esgoto doméstico [9]. Segundo [10] em trabalhos com poços de monitoramento, observaram elevadas concentrações de Cl^- em poços locados próximos à tanques sépticos, reduzindo essa concentração com o distanciamento, sendo os valores encontrados de 62 mg/L e 11,8 mg/L no poço mais próximo e mais distante dos tanques sépticos, respectivamente.

Altas concentrações de íons cloreto na água podem trazer restrições ao sabor, porém, sem nenhum efeito fisiológico, a não ser o efeito laxativo em pessoas acostumadas a baixas concentrações [11]. O Ministério da Saúde, através da Portaria 1469 de 29 de dezembro de 2000 recomenda teores máximos de 250 mg/L, em função ao gosto forte, salgado, que impõe nas águas. Apesar dos elevados valores registrados, principalmente para as residências mais costeiras, nenhum valor foi acima do máximo recomendado pela legislação.

Altos valores de condutividade elétrica em aquíferos freáticos costeiros normalmente estão relacionados com a intrusão salina [12], [13]. Na área de estudo, a condutividade variou de 91 a 527 uS/cm. A distribuição espacial deste parâmetro pode ser vista no Mapa da Figura 8. O comportamento deste parâmetro foi similar ao Cloreto.

Mesmo assim, em se tratando de intrusão salina é preciso que se faça um acompanhamento mais profundo e específico pra determinar a real infiltração da água do mar no aquífero, incluindo análises de isótopos ambientais nos poços coletados [14]. Muitas vezes os elevados valores de cloreto podem estar relacionados à deposição úmida de aerossóis procedentes do mar em poços localizados próximos a praia.

Quanto à contaminação bacteriológica da água a Legislação Brasileira de Potabilidade de Água, através da Portaria 1469 de 29/12/2000 do Ministério da Saúde determina que os valores máximos permitidos de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, deve ser ausente em 100 mL de água. Das 35 amostras analisadas, todas apresentaram-se fora do limite estabelecido para Coliformes Totais (Figura 9), com valores entre 1 e >200,5 NMP/100mL. Já para os valores de *Escherichia coli* (Figura 10), alguns pontos isolados apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação (25% das amostras). O mapeamento dos dados de colimetria pode ser visto na Figura 11.

A presença de pontos com baixos valores de *E.coli*, podem ser explicados devido a uma maior preservação dos poços, ou porque são poços do tipo ponteira, os quais são mais protegidos em relação aos poços cacimbas que ficam com sua água exposta. Das 10 ponteiras coletadas, os valores de *E.coli* foram ausentes ou tiveram valores máximos iguais a 2 NMP/100mL. Dos poços cacimbas analisados (25 poços), apenas 4 não apresentaram *E.coli* fora dos limites estabelecidos. Isso confirma a probabilidade de poços mal preservados e protegidos serem fonte ativa de contaminação do aquífero.

As 145 moradias existentes na Praia de Taquaras compreendem 76 residências de moradores fixos, 45 residências de veranistas, 12 estabelecimentos comerciais e 12 casas em construção. Os moradores locais obtêm água através de duas formas: ou pelas nascentes ou pelas perfurações de poços, que podem ser do tipo ponteiras (*well point*), ou poços cacimbas. Cerca de 47% das economias captam água do lençol freático local através de poços. 53% captam água de nascentes. Dos poços perfurados 24% são do tipo ponteira e 76% são poços escavados do tipo cacimba.

Com relação à infra-estrutura local, pôde-se identificar vários fatores importantes que influenciam a estrutura local bem como os recursos naturais do bairro. Diretamente relacionado à qualidade da água tem-se os sistemas de disposição *in situ* – tipos de instalações sanitárias que dispõem os esgotos domésticos no próprio local de sua produção – *tanques sépticos*. Face ao relativo baixo custo em relação aos sistemas de esgoto convencionais, constituem uma alternativa para a solução imediata dos problemas de saneamento básico, em pequenas comunidades. Mas, sua principal limitação é a baixa eficiência na remoção da matéria orgânica dissolvida, sendo necessário um pós-tratamento (filtro anaeróbio, valas de infiltração, sumidouros) que podem não ser adequados ao tipo do solo e profundidade do lençol em terrenos arenosos. Além disso, segundo Normas da ABNT esses sistemas quando construídos devem ser dimensionados e construídos conforme o número de pessoas, a contribuição, tempo de digestão do lodo e o tempo pré-determinado para limpeza do sistema (de 6 meses a 5 anos).

No entanto, essa realidade é bem distante da comunidade de Taquaras. Além de muitos não apresentarem esses sistemas, os que apresentam não seguem as normas básicas de manutenção do sistema, comprometendo, assim o ambiente local. Em se tratando da manutenção dos tanques sépticos uma grande parte dos moradores não executa manutenção (9%) e grande parte dos que fazem, enterram o material proveniente do tanque em terreno baldio (16%), transferindo assim a contaminação concentrada para o solo e conseqüentemente para o lençol freático. Além disso, muitos moradores (11%) estão há mais de cinco anos sem limpar, chegando em alguns casos a 14 anos sem limpeza. Nesta situação, esses sistemas podem ser considerados como inexistentes, tendo em vista sua ineficiência em tratar os efluentes gerados. Grande parte não faz manutenção porque o sistema é recente (menos de 2 anos). Esses sistemas novos estão não sua maioria relacionados a propriedades antigas que construíram seus tanques sépticos apenas agora, concluindo assim, que muitos anos esses efluentes gerados foram descartados diretamente nos ribeirões locais ou no solo ocasionando a condição caótica atual dos ribeirões, da lagoa costeira local e de fontes pontuais de contaminação das águas subterrâneas. Com isso, esses Sistemas de Tratamento Individual de Tratamento de Efluentes (SITEs), são considerados como uma das mais importantes fontes pontuais de contaminação das águas subterrâneas.

A água subterrânea é utilizada de forma diversificada pelos moradores locais: para beber e preparar alimentos, para banho, lavagem da casa, irrigação do jardim, etc. Dos moradores fixos que possuem poços, grande parte compra água mineral para beber, cerca de 52%. Dos veranistas que utilizam água proveniente de poços, 69% compram água mineral. Isso pode estar relacionado ao menor poder aquisitivo dos moradores fixos que possuem abastecimento de água por nascentes, ou a menor confiabilidade dos veranistas, em relação a qualidade da água subterrânea. No entanto, quando questionados sobre a qualidade da água, moradores fixos e veranistas, independente do tipo

de abastecimento, ao contrário, acreditam que a qualidade da água local seja boa – 69%. Já quanto aos usuários que tiveram suas águas coletadas, se torna interessante que a maioria deles classifica a sua água como boa – 54%. Apenas 11% classificaram sua água como sendo ruim. Resultados semelhantes foram encontrados por [15] sobre a percepção da qualidade da água subterrânea do município de Bombinhas – Canto Grande, SC. Mesmo uma grande maioria afirmando que não consome diretamente a água proveniente dos poços, é importante salientar que cerca de 60% não faz nenhum tipo de tratamento na água antes de utilizá-la. Os tratamentos realizados pela comunidade compreendem a fervura, a cloração e a filtração em menor número.

Após a obtenção dos resultados foi realizada uma reunião comunitária, onde foram entregues os laudos para os moradores presentes e os resultados sobre a contaminação do aquífero foi apresentada e discutida com a comunidade. Na reunião grande parcela da comunidade estava presente e vários encaminhamentos foram dados com todo esse processo de diagnóstico da água subterrânea local. Essa mobilização da comunidade representa a confiabilidade dada ao trabalho e a vontade despertada de solucionar problemas previamente comentados com a comunidade.

Nessa reunião foi possível iniciar um processo de mobilização social, onde soluções conjuntas poderão vir a ser efetivadas juntamente com responsabilidades a serem assumidas pela comunidade e pelo poder público local.

Após essa reunião alguns encaminhamentos foram dados pela própria comunidade através de 4 reuniões promovidas pelas associações de moradores existentes em Taquaras (Associação dos Moradores e Associação dos Amigos da Praia de Taquaras) com o intuito de dar seguimento a resolução de problemas e exigências imediatas.

Através da própria comunidade, houve a organização e planejamento para a limpeza dos tanques sépticos coletiva, bem como a exigência ao poder público do fornecimento do material para a construção de novos sistemas de tratamento individual aos moradores de baixa renda e que não possuem esses sistemas. Além disso, a comunidade se mobilizou para exigir do poder público medidas imediatas para a resolução do problema de saneamento básico do bairro. A comunidade mostra-se disposta e consciente em exigir a outros órgãos competentes através do Ministério Público, se não houver uma resposta ou um comprometimento do poder público municipal em resolver os problemas identificados. Ainda, as novas construções foram mencionadas e relatadas como uma questão que deve ser altamente fiscalizada para que não haja um crescimento desordenado e sem as exigências cabíveis para a liberação dessas construções.

Essa mobilização da comunidade mostra que através desse estudo e das informações concedidas houve um envolvimento e participação ativa da própria comunidade em sanar e dar alternativas a questão do uso da água na Praia de Taquaras, sendo um ponto de partida inovador e fundamental para o processo de gestão da água subterrânea no local e no Brasil.

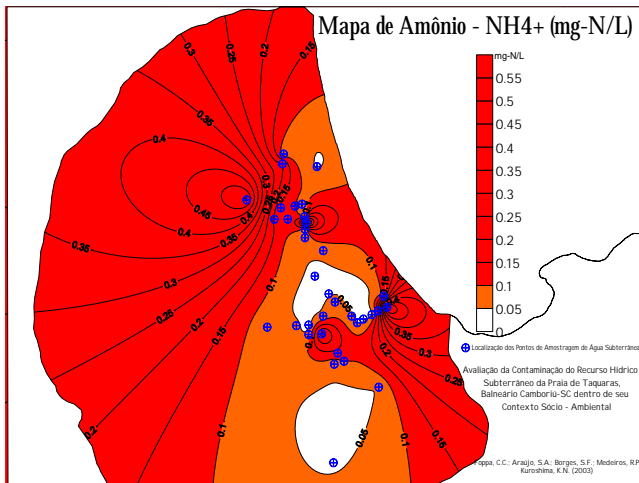


Figura 1 - Mapa de distribuição do amônio (NH₄) na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

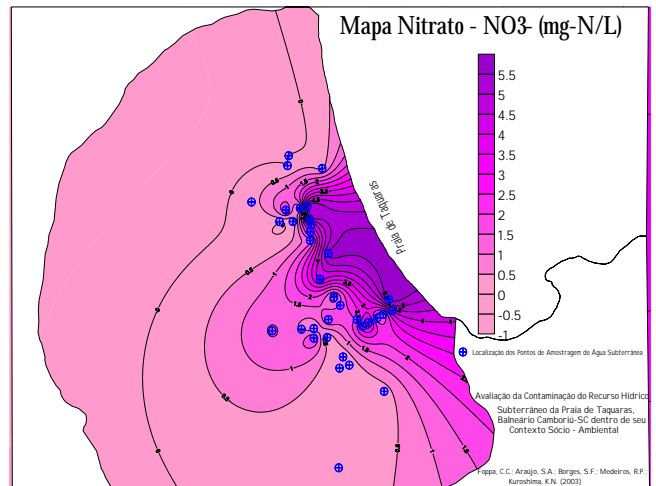


Figura 2 - Mapa de distribuição do nitrato (NO₃) na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

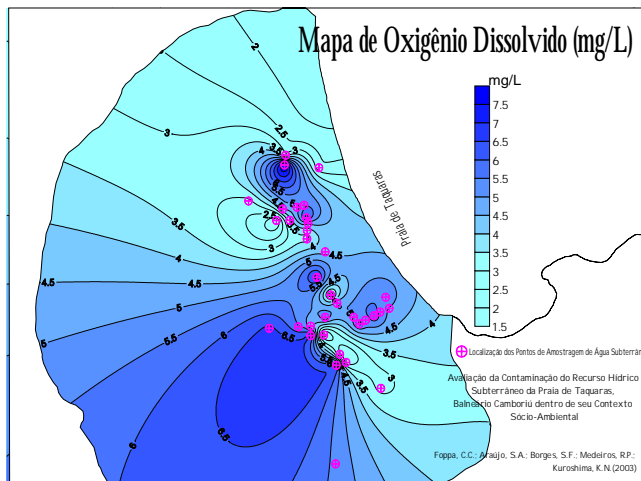


Figura 3 - Mapa de distribuição do Oxigênio Dissolvido (mg/L) na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

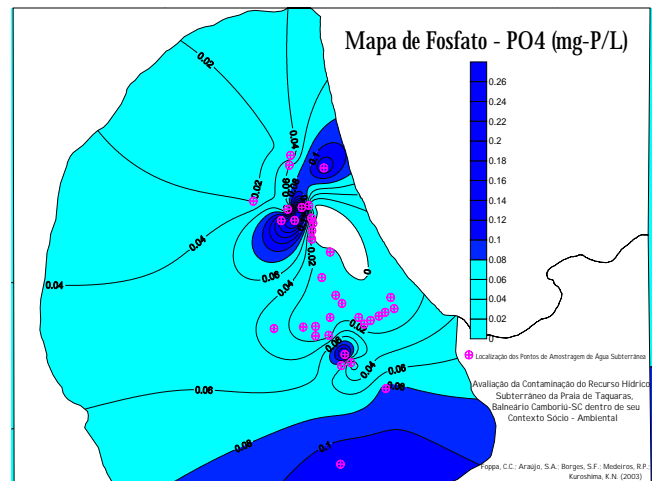


Figura 4 - Mapa de distribuição do Fosfato (PO₄) na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

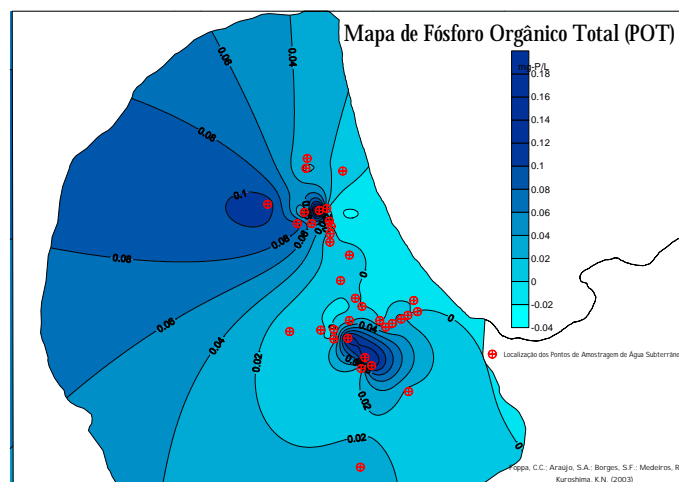


Figura 5 - Mapa de distribuição do Fósforo Orgânico Total (POT) na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

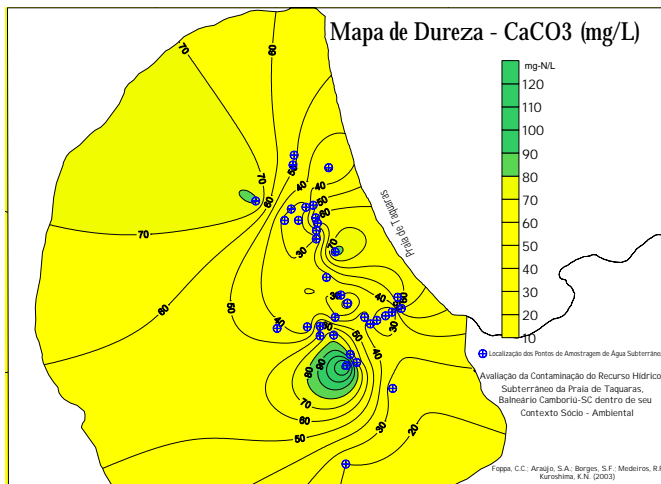


Figura 6 - Mapa de distribuição da Dureza Total (CaCO₃) na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

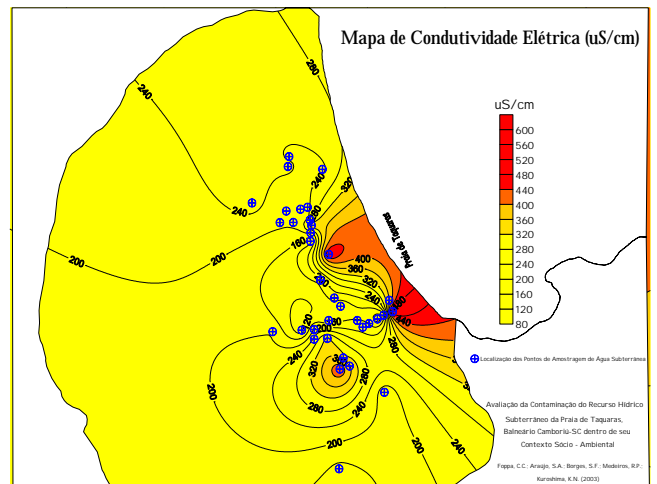


Figura 7 - Mapa de distribuição da Condutividade Elétrica (uS/cm) na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

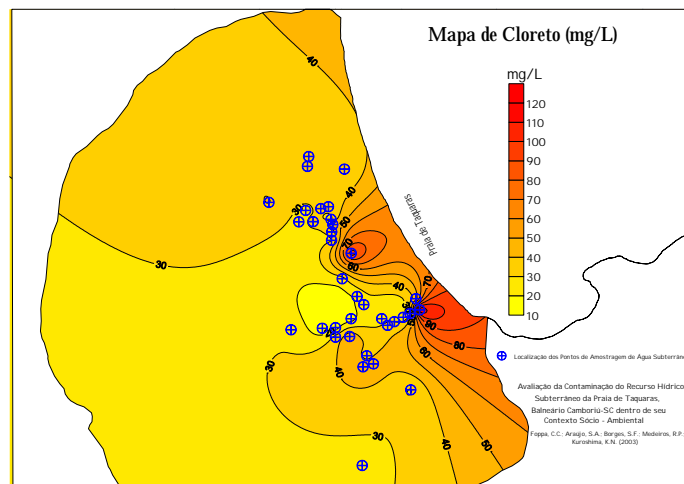


Figura 8 - Mapa de distribuição da Dureza Total (CaCO₃) na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

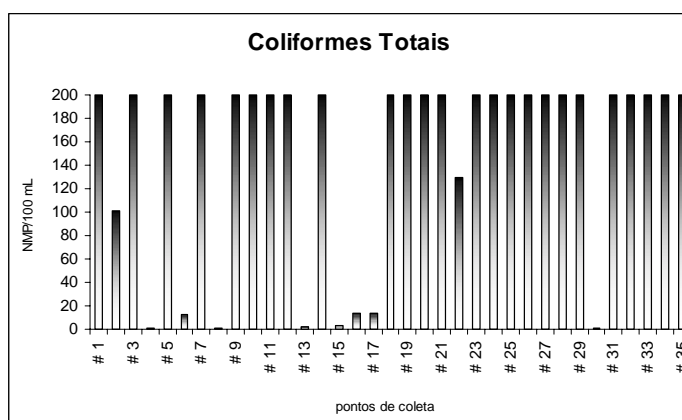


Figura 9 - Número Mais Provável (NMP) em 100mL de Coliformes Totais nas amostras de água coletadas nos 35 poços na Praia de Taquaras.

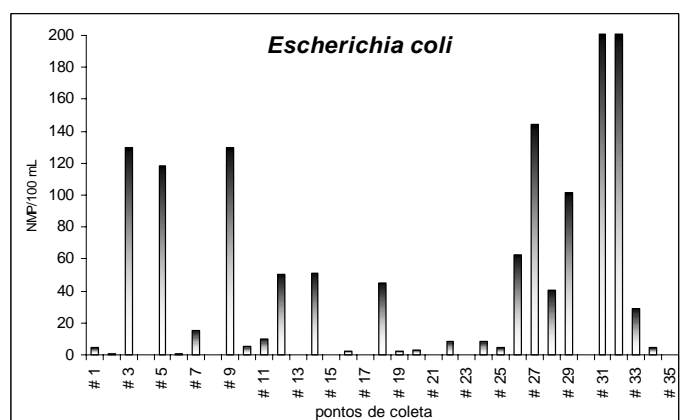


Figura 10 - Número Mais Provável (NMP) em 100 ml de *E.coli* nas amostras de água coletadas nos 35 poços na Praia de Taquaras.

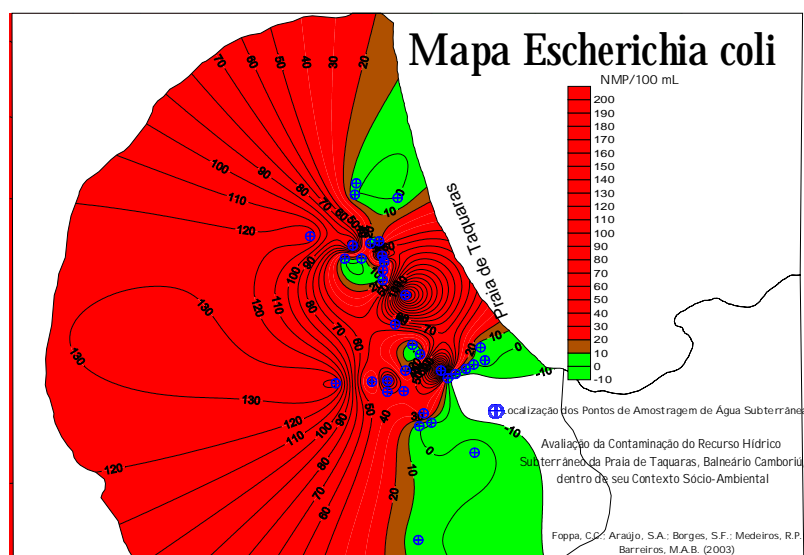


Figura 11 - Mapa de distribuição de *Escherichia coli* na Praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concentrações elevadas de amônio, nitrato, fosfato e parâmetros microbiológicos, indicam e fortificam a forte contaminação do aquífero, relacionada à falta de saneamento básico do local de estudo. Além disso, a contaminação bacteriológica é significativa, podendo comprometer a saúde pública local.

O uso excessivo deste aquífero podem estar traduzindo uma possível intrusão da água do mar, principalmente em poços locados próximos a praia, com presença de altos valores de condutividade elétrica e cloreto. Além disso, a própria comunidade vivencia a falta de água no local, principalmente em época de escassez de água (pouca chuva) ou quando a planície está ocupada por um número elevado de pessoas (no verão). A penetração das águas marinhas nos aquíferos é um fenômeno bastante perigoso, porque em muitos casos é irreversível.

Associado, inevitavelmente, ao uso da água está a geração de efluentes. Atualmente a única forma de tratar os efluentes gerados pela comunidade é através da construção dos SITES (Sistemas de Tratamento Individual de Efluentes). Esses sistemas em geral são ineficientes e agravados quando não possuem uma manutenção adequada. Essa é uma realidade local, pois grande parte dos moradores não realiza manutenção adequada desses sistemas comprometendo o recurso hídrico subterrâneo local.

A água sendo um bem comum deve estar inserida em programas de gestão ambiental local e seu uso deve ser amplamente discutido entre os membros da comunidade e suas representações e o poder público. O papel das Universidades pode ser bastante importante e relevantes em trabalhos

como esses, tendo em vista que uma correta orientação à comunidade pode refletir em medidas e em uma mobilização da própria comunidade. A inserção de pesquisadores em comunidades é um processo lento e que deve ser conquistado com um bom relacionamento, envolvimento e participação efetiva no dia-a-dia da comunidade. Além disso, deve ser isento de qualquer caráter político partidário. Só assim torna-se possível adquirir confiança necessária para a realização de um bom trabalho.

A conservação do aquífero estudado para o abastecimento comunitário deve ser estratégia do município, em função da crescente demanda por água potável, pela carência de recursos superficiais, da dependência que os moradores tem pelos recursos e pela condição em que se encontra a qualidade química e microbiológica da água.

O plano diretor do município deve ser organizado de maneira a orientar um planejamento adequado do espaço e, da mesma forma, subsidiar as ações voltadas para atividades turísticas que respeitem a fragilidade do ambiente local. O poder público municipal também deve estar comprometido com a orientação e fiscalização da ocupação no local.

Os resultados apresentados demonstram um diagnóstico preliminar da qualidade do recurso hídrico subterrâneo, suas causas e implicações no modo de vida da comunidade local. Representa um importante ponto de partida no processo de gestão local da água na Praia de Taquaras. Porém, evidencia-se também a necessidade da busca de outros grupos de informações, como estudos mais aprofundados relacionados à hidrogeologia.

A continuidade deste trabalho acontece na busca de soluções conjuntas com a comunidade para implantação de sistemas alternativos de tratamento de efluentes, como o Sistema de Zona de Raízes (*wetlands*) que busca a autonomia da comunidade na gestão de seus efluentes.

Este trabalho serviu de marco inicial para envolver a comunidade na elaboração, tomada de decisões e execução de ações para o uso adequado da água, constituindo-se num processo educativo inovador de gestão participativa de água subterrânea, ainda incipiente no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARLOW, M. & CLARKE, T. **Ouro Azul: Como as grandes corporações estão se apoderando da água doce no nosso planeta.** *M Books* do Brasil Editora LTDA. São Paulo, 331p. 2003.
- [2] LEE, G.F. & JONES, R.A. Guidelines for sampling ground water. *Journal WPCF*, 55(1): 92-96. 1983.
- [3] APHA/AWWA/WEF. *Standart Methods for Examination of water and wastewater.* 18 Ed. Washington. D.C. 2000.

- [4] LAFUENTE, J.G.C. Química del agua. Universidad de Madrid, Madrid, 432p.1989.
- [5] TOLBA, M.K. Availability of fresh water. P.83-103. In: The world Environment: 1972-1992: Two decades of Challenge. UNEP. Chapman & Hall, London, 884p, 1992.
- [6] CETESB. Poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo: Estudo preliminar. Secretaria de Obras e do meio ambiente, companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, 88p.1977.
- [7] HUFEN, T.H.; EYRE, P.McCONACHIE, W. Underground Residence times and chemical quality of basal groundwater in Pearl Harbon and Honolulu Aquifers, O'ahu, Hawaii. Water Resources Research Center. Technical Report nº 129. University of Hawaii, 75p, 1980.
- [8] HEREDIA, O.S.; FRESINA, M.E.; SANTA CRUZ, J. & SILVA BUSSO, A.A. Nitratos y fósforo em el água subterrânea de um área antropizada de la region Pampeana – Buenos Aires Republica Argentina. In: **XI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Anais...Fortaleza(CE), 13p, 2000.
- [9] MATTA, M.A.S.; CABRAL, N.M.T. & TAGLIARINI. Fundamentos para uso e proteção das águas superficiais e subterrâneas da região Oeste da Cidade de Belém-PA. In: XI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Anais...Fortaleza(CE), 13p, 2000.
- [10] VARNIER, C. & HIRATA, R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no Parque ecológico do Tietê – SP, Brasil. In: XI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Anais...Fortaleza (CE), 13p, 2000
- [11] BATALHA, B.L. & PARLATORE, A.C. Controle de qualidade da água para consumo humano. CETESB, São Paulo, SP. 200p. 1977.
- [12] FENZL, N. Estudo da intrusão Marinha nos aquíferos costeiros da Costa pacífica da Nicarágua. Revista Águas Subterrâneas, v.9, 61-84p (dez/85).1985.
- [13] BORGES, S.F. Características Hidroquímicas do aquífero freático do Balneário Campeche, Ilha de Santa Catarina – SC. Florianópolis, 1996. 85 f. Dissertação (Mestrado em concentração e Utilização e Conservação de recursos Naturais), Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
- [14] MONTENEGRO,S.M.G.L; MONTENEGRO,A.dea.; LIMA,E.S.; DEMETRIO,J.G.A.; CABRAL,J.J.S.P.; MANOEL FILHO, J.; GOMES, S.V.; BARBALHO JR. & LAFAYETE, K.P. Dinâmica e evolução dasalinização mo aquífero Cabo, Planície do Recife (PE). In: XI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Anais...Fortaleza(CE), 13p, 2000.
- [15] BONILHA, L.E.C.; BORGES, S.F. (orgs.) Avaliação da qualidade da água subterrânea e projeção da contaminação orgânica do aquífero do Mariscal – Canto Grande, frente a ocupação urbana (Bombinhas – SC). Relatório Final. Programa Estratégico de Desenvolvimento Sustentável para

Regiões Litorâneas – Projeto Piloto: Município de Bombinhas (SC) e Áreas de entorno.
Programa RHAE UNIVALI – UNISUL/MCT. 154p., 1999.