

RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO NORDESTE BRASILEIRO: ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÕES PARA O ABASTECIMENTO INTEGRADO DE PEQUENAS COMUNIDADES

João Alberto Oliveira Diniz *

RESUMO - Apesar do grande desenvolvimento sofrido pelas águas subterrâneas na segunda metade do século passado, deve-se ressaltar que o mesmo se deu principalmente no setor privado, com pequena ou nenhuma participação do setor público, com ausência quase que total de controle sobre sua utilização.

Em regiões semi-áridas como o nordeste do Brasil, os períodos de seca, além das graves conseqüências imediatas que causam, podem intensificar a desertificação, causada pela utilização excessiva do solo e da água, e danos na cobertura vegetal natural. Tais danos reduzem a infiltração no solo, aumentam o escoamento superficial e deixam o solo desprovido de proteção, aumentando o risco de erosão. Os estados semi-áridos são particularmente susceptíveis de sofrerem os efeitos da desertificação, devido, por exemplo, à sua morfologia montanhosa com declives acentuados e regimes de precipitação com grande capacidade erosiva.

O presente trabalho discorre sobre formas de captação, alternativas ou tradicionais, passíveis de serem utilizadas para o abastecimento de água das populações nordestinas, visando propiciar condições mínimas de subsistência das mesmas nas frequentemente inóspitas condições edafoclimáticas reinantes.

Atem-se ainda, a considerações sobre a importância do gerenciamento dos recursos hídricos, condição “*sine qua non*” para estabelecimento de um modelo de desenvolvimento localmente sustentável na região.

ABSTRACT - In spite of the great groundwater development which occurred during the second half of the last century, it should be stressed that this took place in the private sector, with small or hardly any participation of the public sector, and with almost total absence of control about its use.

In semi-arid areas as the northeast of Brazil, the drought periods, besides the serious immediate consequences they inflict, they may also result in intensive desertification, caused by the excessive use of soil and water and damages to the natural vegetation cover. Such damages reduce the infiltration into the soil, increase the surface water run-off and leave the soil without protection, increasing the risk of erosion. The semi-arid states are particularly sensitive to suffer from the effects of desertification, due, for example, to their mountainous morphology with steep slopes and precipitation regimes with great erosion capacity.

* Geólogo, Mestre em Hidrogeologia – CPRM / SGB - Serviço Geológico do Brasil /SUREG RECIFE – Av. Sul, 2291, Afogados, Recife – PE, Fone (81) 33161472, e-mail: jdiniz@re.cprm.gov.br

Furthermore, due considerations should be given to the importance of water resources management, a “sine qua non ” condition for the establishment of a development model locally sustainable for the region.

Palavras-Chave: Águas subterrâneas, captações, gerenciamento, desenvolvimento sustentável.

1 - INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização humana as pessoas têm construído suas habitações próximas a rios, lagos ou fontes naturais, procurando garantir seu abastecimento hídrico. Desta forma, nos aglomerados urbanos ou em suas proximidades, normalmente sempre existe um pouco de água disponível para beber, para uso doméstico, e abastecimento animal. Isto não implica, contudo, que as fontes disponíveis sejam suficientes em termos volumétricos, nem que as águas se apresentem de forma segura e adequada do ponto de vista de saúde pública.

Segundo as Nações Unidas (in Rebouças, et al., 2002), enquanto a população atual do mundo (seis bilhões de habitantes) duplicou na última década do século XX, a demanda total de água cresceu seis vezes, considerando seu uso doméstico, industrial e agrícola, principalmente.

Agravaram-se assim os problemas causados pelo descompasso entre a distribuição de águas na Terra e a sua população, surgindo a necessidade de se utilizar a água disponível de forma cada vez mais eficiente.

A gestão dos recursos hídricos visa promover a sua utilização sustentável, de forma a satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades (figura 01).

Os Estados semi-áridos do nordeste brasileiro caracterizam-se, além da crônica escassez de água, da alta susceptibilidade aos efeitos da desertificação, devido à sua morfologia com declives acentuados, regimes de precipitação com grande capacidade erosiva e a sistemas super-explotados.

Ou, no dizer de Euclides da Cunha (Os Sertões, 1902):

“... saindo das insolações demoradas para as inundações subitâneas, a terra, mal protegida por uma vegetação decídua, que as primeiras requeimam e as segundas erradicam, se deixa, a pouco e pouco, invadir pelo regime francamente desértico.

As fortes tempestades que apagam o incêndio surdo das secas, em que pese à revivescência que acarretam, preparam de algum modo a região para maiores vicissitudes. Desnudam-na rudemente, expondo-a cada vez mais desabrigada aos verões seguintes; sulcam-na numa molduragem de contornos ásperos; golpeiam-na e esterilizam-na; e ao desaparecerem, deixam-na ainda mais

desnuda ante a adusão dos sóis. O regime decorre num intermitir deplorável, que lembra um círculo vicioso de catástrofes.”

2 - ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SAÚDE HUMANA

Qualquer avaliação da disponibilidade e sustentabilidade na utilização dos recursos hídricos deve considerar não só o volume disponível, como também a qualidade, visto que uma qualidade deficiente reduzirá drasticamente esta disponibilidade aparente.

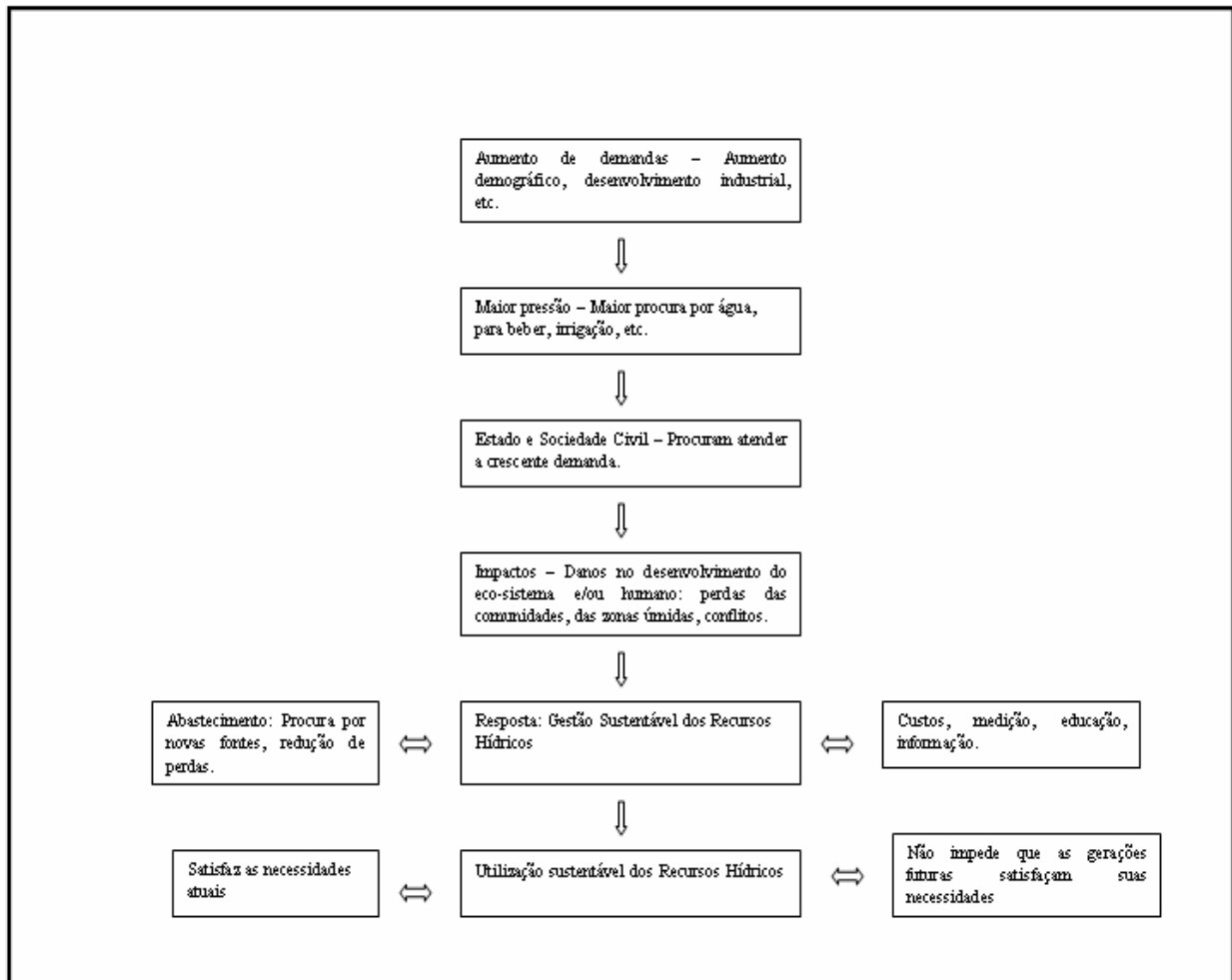


Figura 01 – A Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos

Um fornecimento seguro de água é importante no controle de muitas doenças, tais como diarreias, cólera, febre tifóide e paratifóide, hepatites infecciosas e desinterias amebiana e bacilar (tabela 01). Segundo o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (Unep), a quantidade de água suja significa que mais pessoas morrem hoje por causa da água poluída e contaminada do que por todas as formas de violência, inclusive as guerras.

Segundo esta mesma fonte, a falta de água limpa mata 1,8 milhões de crianças com menos de 5 anos de idade anualmente. Grande parte do despejo de resíduos acontece nos países em desenvolvimento, que lançam 90 por cento da água de esgoto sem tratamento.

A diarreia, principalmente causada pela água suja, mata cerca de 2,2 milhões de pessoas ao ano, segundo o relatório, e "mais de metade dos leitos de hospital no mundo é ocupada por pessoas com doenças ligadas à água contaminada".

3 – ESCOLHA DA FONTE DE ÁGUA

De uma maneira geral, o processo de pesquisa da fonte hídrica mais satisfatória depende das condições locais. Quando uma fonte natural de capacidade adequada é identificada previamente esta normalmente será a opção mais satisfatória. Por outro lado, na ausência de fontes disponíveis, as melhores opções via de regra residem nas águas subterrâneas.

Poços escavados manualmente, em geral podem ser construídos nos locais onde são necessários e com mão de obra local, pouco qualificada. Já a perfuração de poços tubulares, frequentemente requerem equipamentos mais sofisticados e considerável experiência.

Quando não se dispõe de água subterrânea ou quando seus custos de perfuração se tornam muito altos, poderá ser necessária a utilização de águas de superfície, a partir de rios ou lagos. Tratam-se de captações que sempre envolvem custos elevados de tratamento para uso em consumo humano. Os custos e dificuldades associados a este procedimento, particularmente os problemas do dia-a-dia na operação e manutenção das plantas de tratamento devem ser considerados com todo cuidado.

Quando os padrões de chuva permitem, a captação e o armazenamento de águas pluviais são de grande importância para o abastecimento durante os períodos secos, sendo capazes de suprir o abastecimento de residências e pequenas comunidades. Com grandes áreas de captação, quantidades consideráveis de água podem ser obtidas. Estas captações são frequentemente usadas com outras fontes para complementar o abastecimento de água.

3.1 - Captações de água de chuva

Na captação de águas pluviais, seja qual for o tamanho do abastecimento planejado, grande ou pequeno, qualquer sistema é composto por seis componentes básicos:

- A. Área de captação: telhado ou outra superfície, onde a chuva cai;
- B. Calhas, valas ou tubulações: canais de transporte entre a superfície de coleta e o tanque de armazenamento;

- C. Telas /peneiras e sistemas de lavagem do telhado/área de captação: sistema que remove contaminantes e poeira;
- D. Cisternas ou outras formas de armazenamento: reservatórios onde a chuva coletada é armazenada;
- E. Tubulações, o sistema de distribuição da água da chuva tratada até o ponto de uso, seja por gravidade ou através de bombas;

GRUPO	DOENÇAS
<p>1 - Doenças transmitidas pela água</p> <p>- A água atua apenas como veículo passivo para os agentes infecciosos; todas estas doenças dependem também das condições sanitárias.</p>	<p>Cólera, Febre tifóide, Desintéria Bacilar, Hepatite infecciosa, Leptospirose e Gastroenterites.</p>
<p>2 – Doenças advindas da falta d’água</p> <p>- A falta de uma quantidade adequada de água aliada às más condições de higiene pessoal cria condições favoráveis a sua disseminação. As infecções intestinais também dependem da falta ou inadequada disposição dos dejetos humanos.</p>	<p>Sarna, Piolhos, Leptospirose, Tracoma, Conjuntivites, Desintéria bacilar, Desintéria amebiana, Febre paratifóide, Diarréias, Vermes, Lombrigas.</p>
<p>3 – Doenças causadas por agentes infecciosos disseminadas pelo contato ou ingestão de água</p> <p>- Uma boa parte do ciclo de vida dos agentes infecciosos se dá junto com os animais aquáticos. Alguns destas doenças são também agravadas através da disposição dos rejeitos líquidos.</p>	<p>Esquistossomose, filariose</p>
<p>4 – Doenças transmitidas por insetos que vivem próximos a água</p> <p>- As infecções são transmitidas por mosquitos, insetos voadores que vivem na água ou atacam perto da mesma. Eles são especialmente ativos e agressivos próximos a água estagnadas expostas.</p>	<p>Febre amarela, dengue, dengue hemorrágica, encefalites, filariose, malária.</p>

QUADRO 01 – Doenças causadas pela deficiência no suprimento e/ou qualidade da água



FIGURA 01 – Captações de águas pluviais

As fotografias da figura 01 mostram duas situações de captação de águas de chuvas.

No primeiro caso (à esquerda), a captação é feita no telhado de uma pequena residência. Do lado direito da figura, foi preparada uma área maior, impermeabilizada e com pequeno declive em direção a um ponto de captação, situado em sua parte mais baixa. Deste ponto, após passar por sistema de filtragem, a água é depositada em uma cisterna (parte superior da figura), situada a montante da bacia artificial de captação.

A figura 02 mostra outra possibilidade de se captar águas pluviais, desta feita pelo preparo de uma grande área situada em terreno com inclinação adequada, comuns em nossos sertões.

Através de uma rede bem estruturada de valas de escoamento e canais de coleta, a água é transportada até um reservatório de dimensões adequadas ao tamanho da área de captação.

Este procedimento pode ser repetido em qualquer situação e, em qualquer caso, o volume máximo anual possível de ser captado é dado pela fórmula:

$$V_{\text{Máx.}} = \text{Precipitação média anual da região} \times \text{Área de captação} \times 0,85 \text{ (Fator de perda).} \quad (1)$$

Para exemplificar, consideremos uma área onde o índice pluviométrico anual seja de 700 mm e onde ocorram três situações:

1. Área de captação 100 m² (telhado – 10 x 10 m, da casa da figura 01)
2. Área de captação de 1000 m² (lado esquerdo da figura 01 – 20 x 50 m)
3. Área de captação de 10.000 m² (figura 02, com dimensões 100 x 100 m)

Aplicando a equação (1) às situações acima teremos:

1. No primeiro caso, possibilidade de captar um volume de 59,50 m³;
2. Na segunda situação, poderiam ser captados 595 m³;
3. Na terceira hipótese, o volume total captado seria de 5.950 m³;

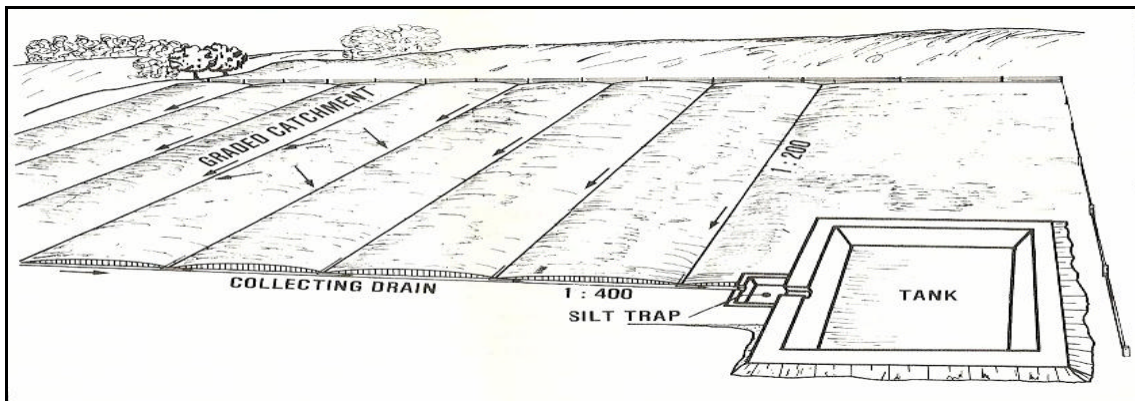


FIGURA 02 – Captação de água de chuva em grandes áreas

3.2 - Fontes naturais

Uma fonte pode ser definida como o local onde ocorre um afloramento natural de água subterrânea, originando-se a partir de aquíferos porosos ou fraturados, quando camadas sólidas e/ou impermeáveis bloqueiam o fluxo subterrâneo, forçando-o a sair em superfície (Hofkes & Huisman, 1988).

A água pode emergir ao ar livre como uma fonte, ou ocorrer dentro de um rio, lago ou do mar (fig. 03). Quando ocorre na forma de fonte, a água pode ser facilmente captada, sendo esta a forma mais antiga de captação conhecida pelos homens. Geralmente suas águas são muito puras, podendo ser utilizadas sem qualquer tratamento prévio, principalmente quando protegidas contra contaminações superficiais.

O fluxo de água de uma fonte pode ocorrer de várias formas, seja através da percolação nos poros das rochas ou através de fraturas, juntas ou diáclases que cortam as mesmas.

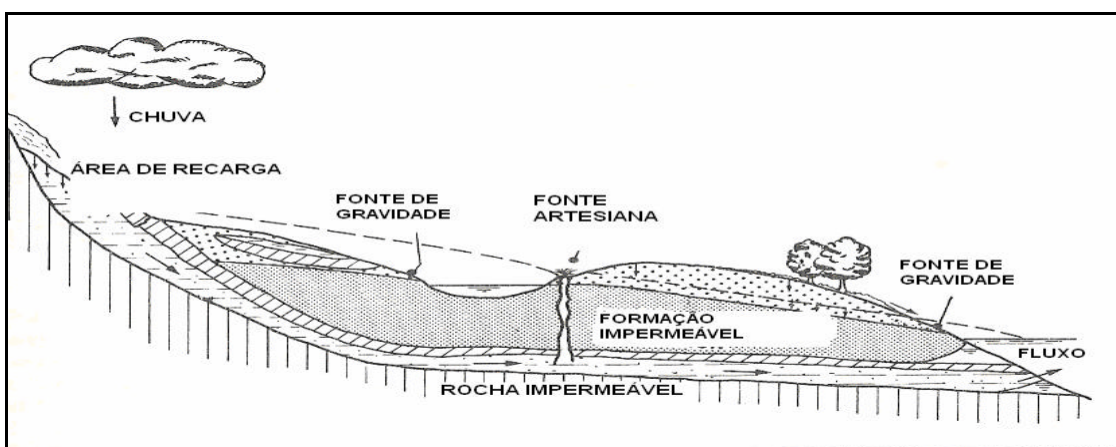


Figura 03 – Tipos de ocorrência de fontes

Apesar das várias possibilidades de formas de ocorrência de fontes, pode-se distingui-las basicamente em dois tipos: fontes de gravidade e fontes artesianas, podendo ainda ser citada uma subdivisão adicional, representada pelas fontes de depressão e transbordamento.

Fontes de gravidade ocorrem em aquíferos livres, quando a superfície do solo mergulha abaixo do lençol freático. Neste caso, qualquer depressão existente, será completamente preenchida por água (fig. 4).



Figura 04 – Fonte gravitacional de depressão

Fontes de depressão normalmente possuem pequena capacidade e uma redução adicional ocorre por ocasião das estações secas ou quando se verificam incrementos substanciais no rebaixamento do nível freático regional.

Um rendimento maior e menos variável de fontes de gravidade ocorre quando um corpo de material impermeável, semelhante a diques ou planos de falhas impede o fluxo subterrâneo de seguir para baixo, forçando a sua saída na superfície do solo (fig. 5). Neste tipo de fonte, também chamada de fonte de transbordamento, toda a água da área de recarga tributária é descarregada. Apesar disto, flutuações apreciáveis na descarga da fonte podem ocorrer, chegando mesmo a secar completamente em períodos de secos.

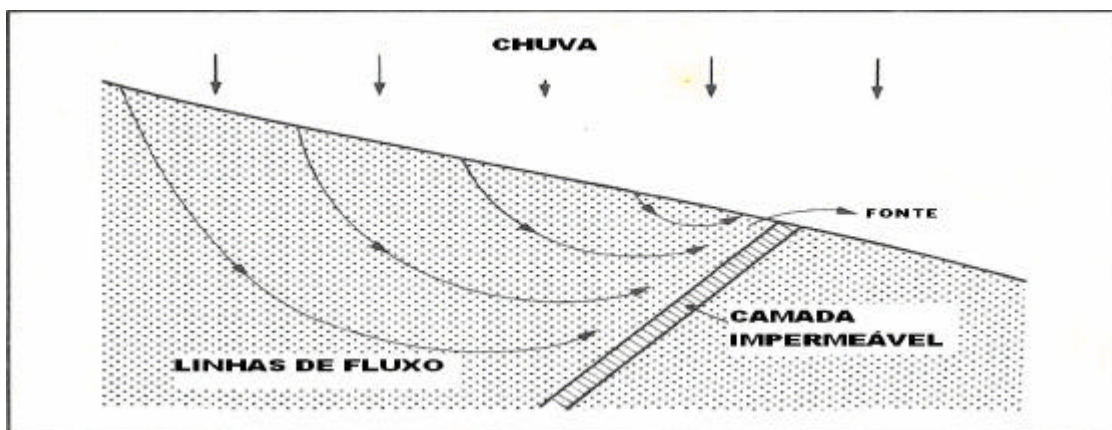


Figura 05 – Fonte de transbordamento

Fontes de depressão artesianas são semelhantes na forma de ocorrência a fontes de depressão por gravidade, porém, a água é forçada para a superfície por pressão, de forma que a vazão é mais alta e mostra menor flutuação. Variações no nível freático durante períodos secos têm pequena influência na vazão deste tipo de fonte. Fontes artesianas fraturadas formam uma importante variação desta forma.

Fontes artesianas freqüentemente têm uma área de recarga grande; A água é forçada para fora sob pressão e a descarga freqüentemente é bastante considerável, mostrando pequena ou nenhuma flutuação sazonal. Têm ainda a vantagem adicional da qualidade sanitária, uma vez que a cobertura impermeável protege suas águas de contaminações bacteriológicas.

3.3 - Poços de captação

O método mais antigo de captação de águas subterrâneas é a escavação do solo até uma profundidade abaixo do nível freático. Normalmente a quantidade de água que pode ser obtida por este método é bastante limitada, e quando quantidades maiores são necessárias, é preciso aumentar a área de captação, o que pode ser conseguido lateral ou verticalmente, ou ainda uma combinação destes dois métodos. A decisão sobre qual destes métodos deve ser aplicado depende da capacidade da formação aquífera e da profundidade do nível estático da água.

3.3.1 - Captações horizontais

Devido às dificuldades e custos de escavação, galerias têm sido usadas apenas nos casos onde a água subterrânea é rasa, geralmente entre 5 – 8 metros. Apesar disto, túneis escavados em rochas consolidadas podem se tornar economicamente viáveis a consideráveis profundidades.

Além do mais, para se tornarem viáveis, as galerias precisam ser construídas sobre aquíferos rasos de grande extensão, sendo especialmente aconselhadas nos casos de aquíferos costeiros, quando a água fresca situa-se sobre camadas de águas salgadas. Neste caso, o rebaixamento do lençol freático de água de boa qualidade deve ser mantido o menor possível, sob pena de a água salgada subir e se misturar a água doce captada.

3.3.2. Captações verticais

As formas verticais de captação de águas subterrâneas podem ser divididas em poços de grande diâmetro - poços escavados, e naqueles de pequenos diâmetro, ou poços tubulares, tendo sido utilizadas no Brasil desde o período Imperial (Diniz, 2008).

Em situações onde um aquífero de considerável espessura ocorre a pequena profundidade, coletores de água verticais e horizontais, ou uma combinação destes, podem ser apropriado, a viabilidade técnica da captação sendo função dos condicionantes geológicos locais.

Uma situação muito mais difícil existe quando a água subterrânea tem que ser retirada de aquíferos de espessuras limitadas, situadas a considerável profundidade considerável. Devido a pequena área saturada, poços tubulares não deveriam ser utilizados, o mesmo se dizendo de fossas ou galerias, haja vista a excessiva quantidade de trabalhos de escavação. Neste caso, a captação ideal é aquela representada por poços coletores com ponteiras ou drenos radiais (figura 06). Esses poços, contudo, requerem maior especialização na sua construção e são pouco indicados, considerando seus custos, para abastecimentos de água em muito pequenas demandas.

Um poço tubular é uma estrutura consistindo de tubos: tubos cegos em frente a formação não portadoras de água e tubos perfurados ou de aberturas geometricamente confeccionadas em frente as formações permeáveis.

Adaptam-se muito bem as mais diversas situações, prestando-se a captações de aquíferos rasos e pouco produtores até aquelas de grande profundidades e diâmetros, produtoras de expressivas vazões.

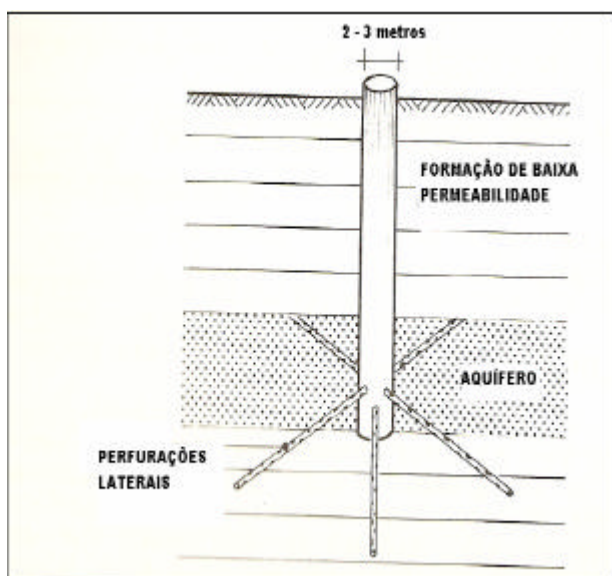


Figura 06 – Poço com drenos radiais. À direita, mostra-se a instalação das ponteiras (foto José Ubaldo de Sá)

É atualmente o sistema de captação de águas subterrâneas mais utilizado, embora seus custos e dificuldades de perfuração algumas vezes o torne inviável economicamente, principalmente quando se trata do abastecimento de pequenas comunidades rurais.

Quando corretamente construídos têm longa vida útil, prestando-se ao abastecimento por várias dezenas de anos (figura 07).



Figura 07 – Poço tubular “Pitombas”, município de Governador Dix-Sept Rosado, Estado do Rio Grande do Norte. Perfurado em 1937 pelo extinto IFOCS, atual DNOCS, até hoje produtor de água.

Atualmente, com a evolução das perfurações direcionais e dos equipamentos de bombeamento, que hoje em dia são capazes de operar em qualquer posição – inclinada ou horizontal, inclusive, abre-se um novo leque de perspectivas (figura 08)

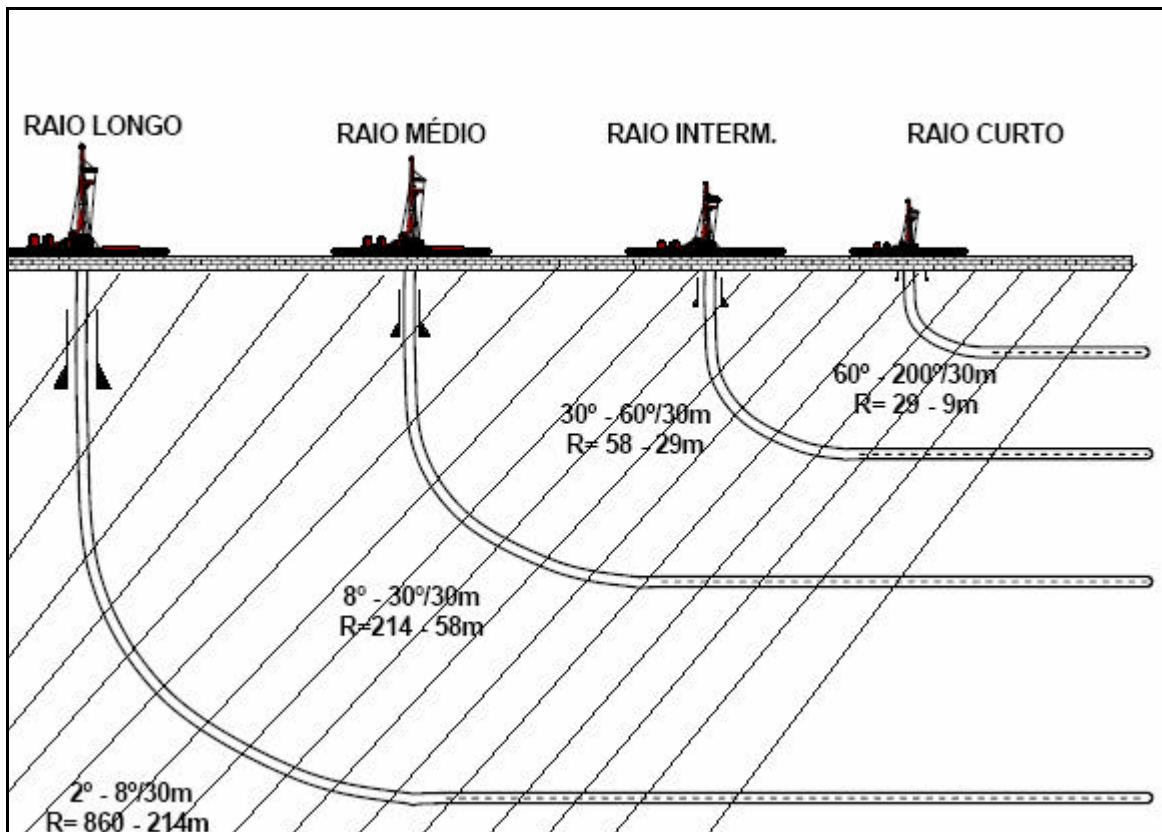


Figura 08 – Perfurações direcionais e fraturamento

Como se pode ver nesta figura, estas perfurações têm inúmeras vezes mais chances de captar uma maior quantidade de fraturas que as perfurações meramente verticais, a depender do grau de inclinação das fraturas e do ângulo que o furo faz com a horizontal. Além do mais, se considerarmos perfurações verticais ao longo das linhas horizontais construídas, poderíamos formar

verdadeiros “kanats” - perfurações verticais que captavam água de galerias horizontais, semelhantes às aquelas estruturas existentes desde tempos históricos na Pérsia.

Outras grandes aplicações destes furos poderia residir na perfuração subjacente a vales com espessas aluviões saturadas, transportando água destes pontos a locais mais necessitados, na interligação de zonas de diferentes litologias, unindo rochas de bacias sedimentares a rochas ígneas, servindo como conduto para transportar a água de uma unidade a outra, etc. (figura 10).

4 – Captações subterrâneas de águas superficiais e controle dos processos erosivos.

Em regiões semi-áridas, existe sempre uma preocupação em reduzir a velocidade do escoamento superficial e aumentar a infiltração e deposição de sedimentos, visando principalmente a conservação do solo e a redução da desertificação.

Para essas regiões, devem ser adaptadas técnicas simples que podem ser executadas em trabalhos de extensão e pelos próprios agricultores e que, de um modo geral, são agrupadas em barramentos sub-superficiais, os quais se classificam, de acordo com sua forma construtiva em dois tipos básicos (Costa, 2002):

1. Barragem subterrânea
2. Barragem de assoreamento

Genericamente, barragem subterrânea é toda estrutura que objetiva impedir o fluxo subterrâneo de um aquífero pré-existente ou criado concomitantemente à construção da barreira impermeável (SANTOS & FRANGIPANI, 1978), ficando a água armazenada no perfil do solo, permitindo assim um aproveitamento mais racional da água contida nos aluviões.

A barragem de assoreamento representa um modelo de construção mista entre a barragem subterrânea e a barragem de superfície, satisfazendo às condições técnicas de estabilidade semelhantes as da barragem superficial.

Sua construção sempre deve ser feita em locais onde a espessura do depósito aluvial é muito rasa, devendo, dentro de certo tempo, o barramento superficial estar inteiramente submerso pelo acúmulo de sedimentos no leito do rio.

O material empregado na construção do septo impermeável é praticamente restrito a enrocamento ou alvenaria de pedra, sendo construído conforme ocorra o assoreamento. Desta forma, sua construção normalmente é realizada por etapas, podendo levar vários anos (figura 09). Tal procedimento permite o barramento de depósito aluvial com uma composição de partículas mais grossas, garantindo um elevado coeficiente de permeabilidade para o mesmo, além de permitir a retirada da água armazenada pelos métodos convencionais de captação. Além disso, apresenta a

adicional utilidade de, por conter a turbulência do fluxo superficial, reduzir a erosão dos solos da região.

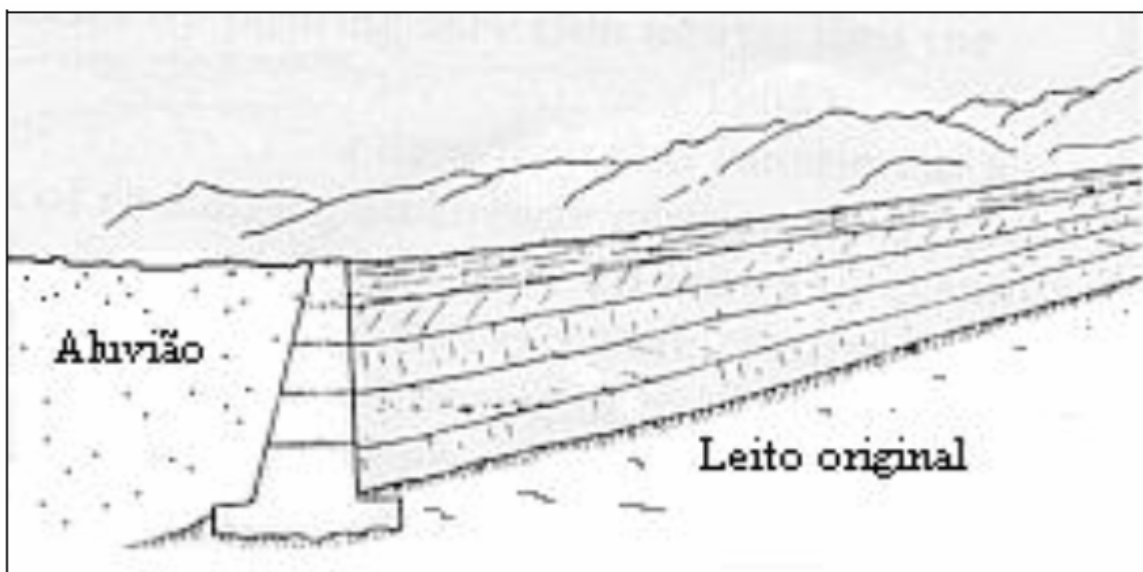


Figura 09 – Esquema de uma barragem de assoreamento construída por etapas. Cada septo corresponde a uma seqüência de construção/assoreamento (segundo Costa, op. cit.).

4 - Conclusões e recomendações

O uso combinado de águas superficiais e subterrâneas funciona em muitos locais do mundo há bastante tempo (Sahuquillo, 1991). Apesar disto, este procedimento não é uma prática corriqueira, levada à cabo de forma planejada e controlada. Antes disto, existe comumente um uso alternado entre as mesmas, utilizando-se águas subterrâneas sempre que faltam as águas superficiais e esquecendo-se daquelas logo após as primeiras chuvas.

O seu uso conjunto é aparentemente simples (McClurg, 1996), utilizando-se as águas superficiais para recarga dos aquíferos em tempos de abundância hídrica e partindo-se para exploração dos recursos subterrâneos em épocas de estiagens.

Tais procedimentos já são em parte utilizados no nordeste do Brasil, a partir da generalizada captação de águas pluviais em cisternas (destinadas exclusivamente ao consumo humano) e desde o advento da construção das primeiras barragens subterrâneas, que represam o fluxo superficial recarregando os aquíferos aluvionares. As barragens de assoreamento, além de represarem o fluxo superficial também diminuem o poder erosional das chuvas torrenciais que assolam os sertões.

Os avanços na legislação nacional e dos estados também visam estabelecer instrumentos de proteção da água, tanto para prevenir a sua deterioração futura, como para proteger e melhorar o estado dos ecossistemas. Dentro desses princípios deveriam contemplar:

- A obtenção de águas subterrâneas e superficiais de boa qualidade;

- A utilização sustentável dos recursos hídricos baseada na proteção a longo prazo dos recursos existentes.
- A Estimulação da redução progressiva da poluição por substâncias perigosas.

Entre os aspectos principais das legislações, assinala-se a exigência de uma gestão das águas superficiais e subterrâneas ao nível da bacia hidrográfica ou da região hidrográfica, bem como a importância dada à qualidade ecológica e também à qualidade físico-química.

Além de toda a legislação existente, a disponibilidade de informação sólida e fiável, bem como de métodos adequados à sua avaliação, aliadas a uma bem planejada educação ambiental dos moradores/consumidores assumirá uma importância vital.

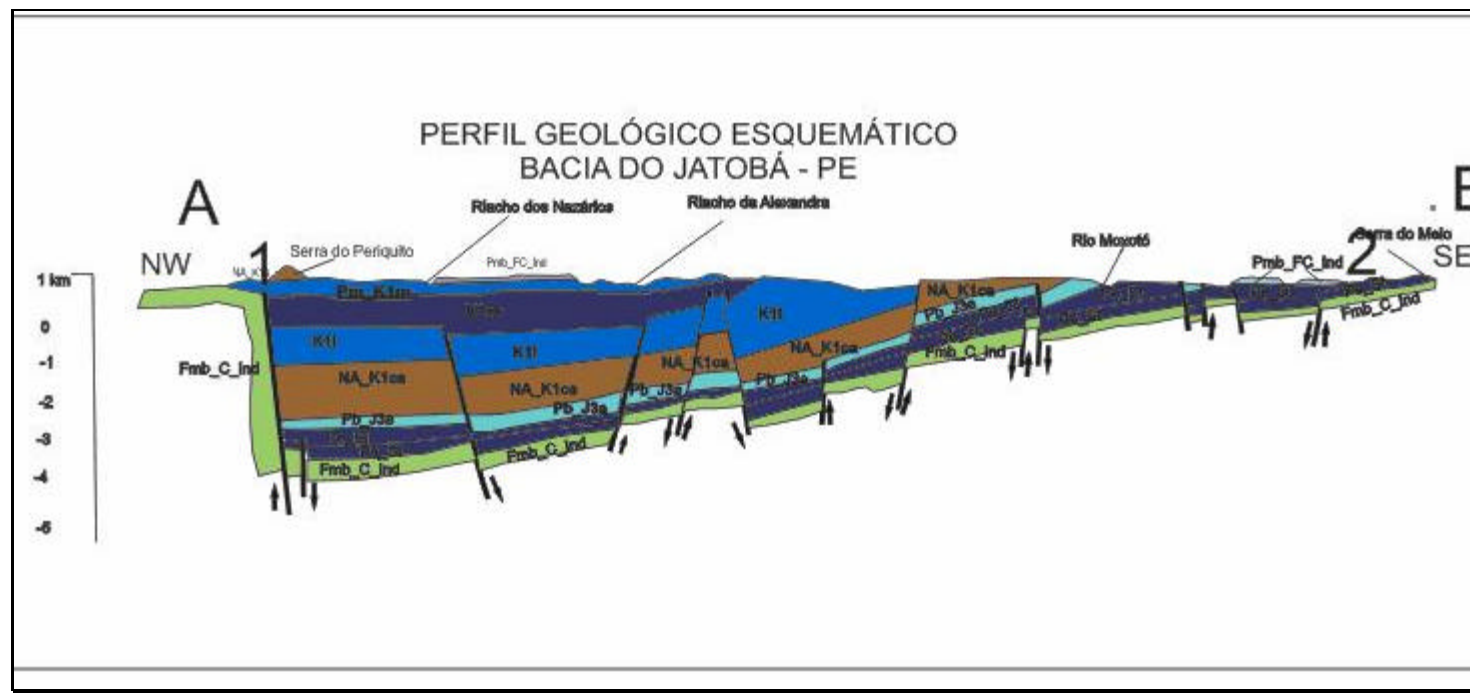


Figura 10 – Perfil geológico da Bacia do Jatobá. Uma perfuração direcional realizada no ponto 1 poderia captar águas das formações Marizal e São Sebastião e, dependendo da direção e do ângulo de inclinação do furo, conduzir essas águas até a zona de embasamento cristalino, situada a NW do local indicado. Na situação indicada pela posição 2, a perfuração poderia captar o sistema aquífero Inajá/Tacaratu, e servir de conduto das águas aí captadas até o embasamento cristalino. No caso da ocorrência de depósitos aluviais sobre o embasamento cristalino, este transporte de águas ficaria ainda muito mais facilitado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, M. R. da - Avaliação do potencial de aproveitamento de reservatórios constituídos por barragens subterrâneas no semi-árido brasileiro. Dissertação de Mestrado. UFPE, CTG, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 198 p.2002.

CUNHA, E. - Os sertões. São Paulo: Três, 1984. Disponível em: <<http://users.cmg.com.br/~secult/>>. Acesso em: 4 jan. 2010

DINIZ, J.A. O (2008) - Histórico da atuação dos órgãos públicos de pesquisa de água subterrânea na região nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XV, Natal, RN. ANAIS, Natal, ABAS, 19.p..

HOFKS, E.H. & HUISMAN, L – Small Community Water Supplies. British Library, 415 p., 1988.

MCCLURG, S. (1996) – Maximizing groundwater supplies, Western Water, Water Education Foundation, May/June 1996, pp. 4-13.

REBOUÇAS, A. C. “Águas subterrâneas”, cap. 4. p. 119-151, *in* REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. & TUNDISI, J.G. - Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação, 703 p. 2ª edição revisada e ampliada, São Paulo, 2002.

SANTOS, J. P. & FRANGIPANI, A (1978). Barragens Submersas - Uma Alternativa para o Nordeste Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 2, São Paulo, SP.. ANAIS - São Paulo, ABGE, V. 1. p. 119-126.

SAHUQUILLO, A. (1991) – La utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas en la mitigación de la sequía. Revista de la Real Academia de Ciencias, Madrid, vol. 85, pp. 275-291.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME –UNEP (2010) - Clearing the Waters: A focus on Water Quality Solutions. 91 p. Disponível em [www.unep.org/PDF/clearing the waters.pdf](http://www.unep.org/PDF/clearing_the_waters.pdf)