



D O S S I Ê T É C N I C O

Prospecção, captação e distribuição de águas

Maria Cristina F. Costa

USP/DT (Agência USP de Inovação / Disque-Tecnologia)

**Fevereiro
2012**

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	2
2 ÁGUA SUBTERRÂNEA	3
3 AQUÍFERO.....	4
3.1 FUNÇÕES DOS AQUÍFEROS.....	5
3.2 TIPOS DE AQUÍFEROS.....	5
4 ÁGUA SUPERFICIAL.....	7
5 PROSPECÇÃO	7
5.1 PROSPECÇÃO MECÂNICA	7
5.1.1 SONDAGENS.....	7
5.1.2 SONDAGEM A PERCUSSÃO – SPT	9
5.1.3 SONDAGEM ROTATIVA (SR).....	10
5.1.4 POÇOS.....	11
5.1.5 GALERIAS.....	11
5.1.6 VALAS E TRINCHEIRAS	12
5.2 PROSPECÇÃO GEOFÍSICA	12
5.2.1 SÍSMICA DE REFRAÇÃO E REFLEXÃO.....	12
5.2.2 RESISTIVIDADE ELÉTRICA	13
5.2.3 GRAVIMETRIA	14
5.2.4 MAGNETOMETRIA.....	15
5.2.5 DIAGRAFIA.....	15
6 CAPTAÇÃO.....	16
6.1 FASES QUE COMPÕEM A CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	16
6.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS – MANANCIAIS.....	16
7 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA OU PLUVIAL	17
7.1 CISTERNAS	17
7.2 CACIMBA.....	18
7.3 BARRAGEM SUBTERRÂNEA	18
7.4 POÇO AMAZONAS (CACIMBÃO)	20
7.5 BARREIRO E CAXIOS	20
7.6 PEQUENO AÇUDE.....	21
7.7 CALDEIRÃO	21
7.8 MANDALA.....	22
7.9 BARRAMENTO DE ÁGUA DE ESTRADAS	22
8 DISTRIBUIÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS.....	23
8.1 TRATAMENTO (ETAs, ETES).....	23
9 LEGISLAÇÃO	24

	DOSSIÊ TÉCNICO	
---	-----------------------	---

Título

Prospecção, captação e distribuição de águas

Assunto

Atividades de estudos geológicos

Resumo

Este dossiê trata sobre métodos de prospecção, captação e distribuição de águas.

Palavras-chave

Água; água subterrânea; captação; perfuração; poço de água; tratamento de água

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

A água, elemento essencial para o planeta, é muito útil na irrigação da agricultura, na indústria, no uso doméstico, na pesca, na geração de energia elétrica, atração turística, e é fator de geração de empregos na infraestrutura de sua distribuição (NIEDERAUER et al., 2008).

Pode ser classificada genericamente como água superficial ou subterrânea. As águas subterrâneas encontram-se armazenadas no subsolo, em rochas chamadas de aquíferos, perfazendo 97% de toda a água disponível, em condições de ser explorada, física e economicamente. Representado apenas 3% das reservas de água doce disponíveis, estão às águas superficiais distribuídas em bacias hidrográficas (rios, lagos, etc.) (PERFURADORES.COM, 2011).

O reservatório subterrâneo é formado por espaços vazios ou poros das rochas, que se encontram conectados como um sistema de pequenos canais, onde a água circula livremente e, sua exploração indiscriminada e os processos de contaminação das águas superficiais e dos solos comprometem a sua utilização (NIEDERAUER et al., 2008).

A maior vantagem das águas subterrâneas sobre as superficiais é a potabilidade já que essas reservas não precisam de tratamento para ser consumidas. Com raras exceções, elas já estão prontas para o consumo (NIEDERAUER et al., 2008).

Os depósitos de água subterrânea também são mais resistentes aos processos poluidores do que os de água superficial. Mesmo assim essas reservas não estão livres do risco da contaminação e a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia (NIEDERAUER et al., 2008).

A quantidade *per capita* da água diminui a cada dia com o crescimento da população mundial e com a degradação dos mananciais. A ausência de mecanismos de conservação do solo deteriora os grandes mananciais de água potável, tornando-a cada vez mais rara (NIEDERAUER et al., 2008).

Detendo quase 15% da reserva hídrica do planeta, o Brasil tem disponibilidade de 180.000 m³/s possuindo os maiores recursos mundiais, tanto superficiais (bacias hidrográficas do Amazonas e Paraná) quanto os subterrâneos (Bacias do Paraná, Piauí, Maranhão) (PERFURADORES.COM, 2011).

As condições climáticas e hidrogeológicas, somadas às altas densidades populacionais e seu demasiado consumo de água podem influenciar a escassez desse bem em determinadas regiões, a exemplo da Região Metropolitana de São Paulo (PERFURADORES.COM, 2011).



Figura 1- Divisão Hidrográfica Nacional
Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, 2005)

2 ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água subterrânea é parte integrante do ciclo hidrológico, representando mais de 95% das reservas de água doce exploráveis do globo. Resulta da infiltração da água que provém da precipitação (ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE RECURSOS HÍDRICOS - APRH, [20--?]). Encontra-se armazenada no subsolo, em rochas chamadas de aquíferos (PERFURADORES.COM, 2011).

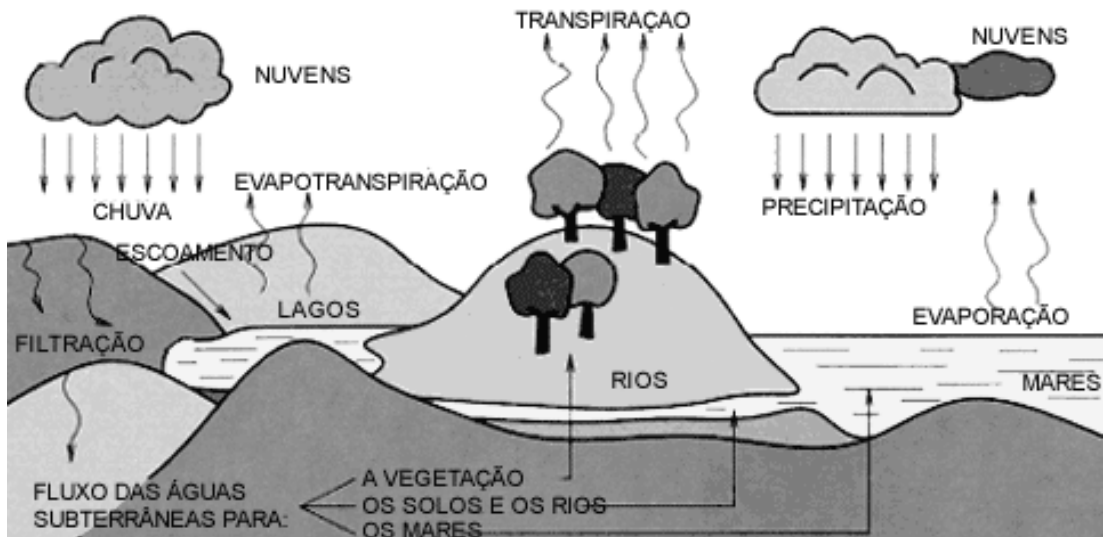


Figura 2 - Ciclo hidrológico
Fonte: (SOLER; PALAU, [20--?])

3 AQUÍFERO

Aquífero é toda formação geológica em que a água pode ser armazenada e que possua permeabilidade suficiente para permitir que esta se movimente. Vê-se, portanto, que para ser um aquífero, uma rocha ou sedimento tem que ter porosidade suficiente para armazenar água, e que estes poros ou espaços vazios tenham dimensões suficientes para permitir que a água possa passar de um lugar a outro, sob a ação de um diferencial de pressão hidrostática (INSTITUTOS DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2010).

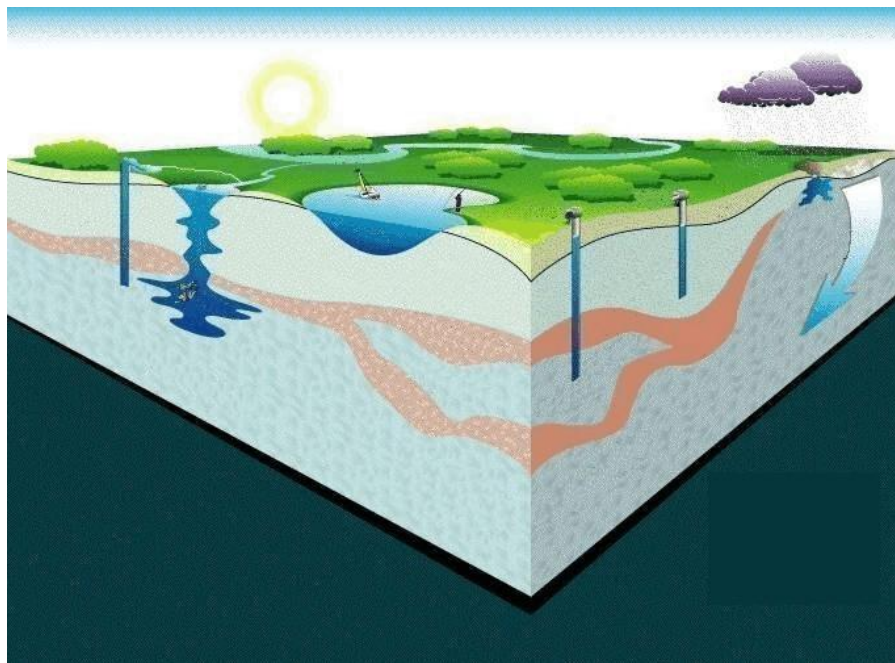


Figura 3 – Infiltração das águas nas formações geológicas
Fonte: (APRH, [20--?])

3.1 Funções dos Aquíferos

Os aquíferos possuem a função de produção, estocagem e regularização e função filtro:

- **Função estocagem e regularização**

Quando o aquífero é utilizado para estocar excedentes de água que ocorrem durante as enchentes dos rios, correspondentes à capacidade máxima das estações de tratamento durante os períodos de demanda baixa, ou referentes ao reuso de efluentes domésticos e/ou industriais. Esses volumes infiltrados serão bombeados durante os picos sazonais de demanda durante períodos de escassez ou situações de emergência resultantes de acidentes naturais como avalanches, enchentes e outros tipos de acidentes que reduzem a capacidade do sistema básico de água da metrópole (DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS - RJ, 2012).

- **Função filtro**

Corresponde à utilização da capacidade filtrante e de depuração biogeoquímica do maciço natural permeável. Para isso são implantados poços a distâncias adequadas de rios perenes, lagoas, lagos ou reservatórios, para extrair água naturalmente clarificada e purificada, reduzindo substancialmente os custos dos processos convencionais de tratamento (DRM-RJ, 2012).

3.2 Tipos de aquíferos

Aquífero livre ou freático

É aquele constituído por uma formação geológica permeável e superficial, totalmente aflorante em toda a sua extensão, e limitado na base por uma camada impermeável. A superfície superior da zona saturada está em equilíbrio com a pressão atmosférica, com a qual se comunica livremente. Os aquíferos livres têm a chamada recarga direta. Em aquíferos livres o nível da água varia segundo a quantidade de chuva. São os aquíferos mais comuns e mais explorados pela população. São também os que apresentam maiores problemas de contaminação (CENTER POÇOS, [20--?]).

Aquífero confinado ou artesiano

É aquele constituído por uma formação geológica permeável, confinada entre duas camadas impermeáveis ou semipermeáveis. A pressão da água no topo da zona saturada é maior do que a pressão atmosférica naquele ponto, o que faz com que a água ascenda no poço para além da zona aquífera. O seu reabastecimento ou recarga, através das chuvas, dá-se preferencialmente nos locais onde a formação aflora à superfície. Neles, o nível da água encontra-se sob pressão, podendo causar artesianismo nos poços que captam suas águas. Os aquíferos confinados têm a chamada recarga indireta e quase sempre estão em locais onde ocorrem rochas sedimentares profundas (bacias sedimentares) (CENTER POÇOS, [20--?]).

O aquífero semi-confinado que é aquele que se encontra limitado na base, no topo, ou em ambos, por camadas cuja permeabilidade é menor do que a do aquífero em si. O fluxo preferencial da água se dá ao longo da camada aquífera. Secundariamente, esse fluxo se dá através das camadas semi-confinantes, à medida que haja uma diferença de pressão hidrostática entre a camada aquífera e as camadas subjacentes ou sobrejacentes. Em certas circunstâncias, um aquífero livre poderá ser abastecido por água oriunda de camadas semi confinadas subjacentes, ou vice-versa. Zonas de fraturas ou falhas geológicas poderão, também, constituir-se em pontos de fuga ou recarga da água da camada confinada (CENTER POÇOS, [20--?]).

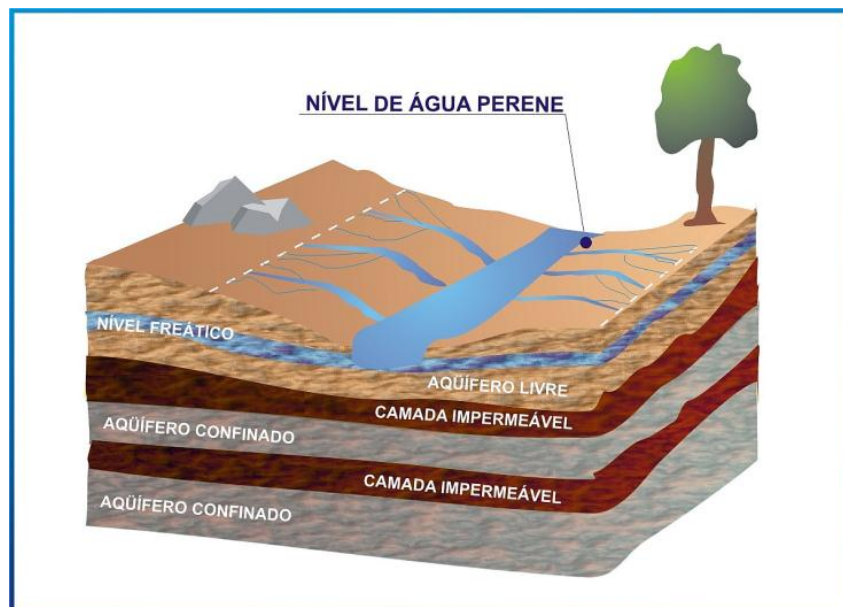


Figura 4 – Tipos de aquíferos
Fonte: (CENTER POÇOS, [20--?])

A água subirá acima do teto do aquífero, quando o aquífero confinado for perfurado devido à pressão exercida pelo peso das camadas confinantes sobrejacentes. Dá-se o nome de nível potenciométrico para a altura em que a água sobe, e o tipo de furo utilizado é o artesianos (CENTER POÇOS, [20--?]).

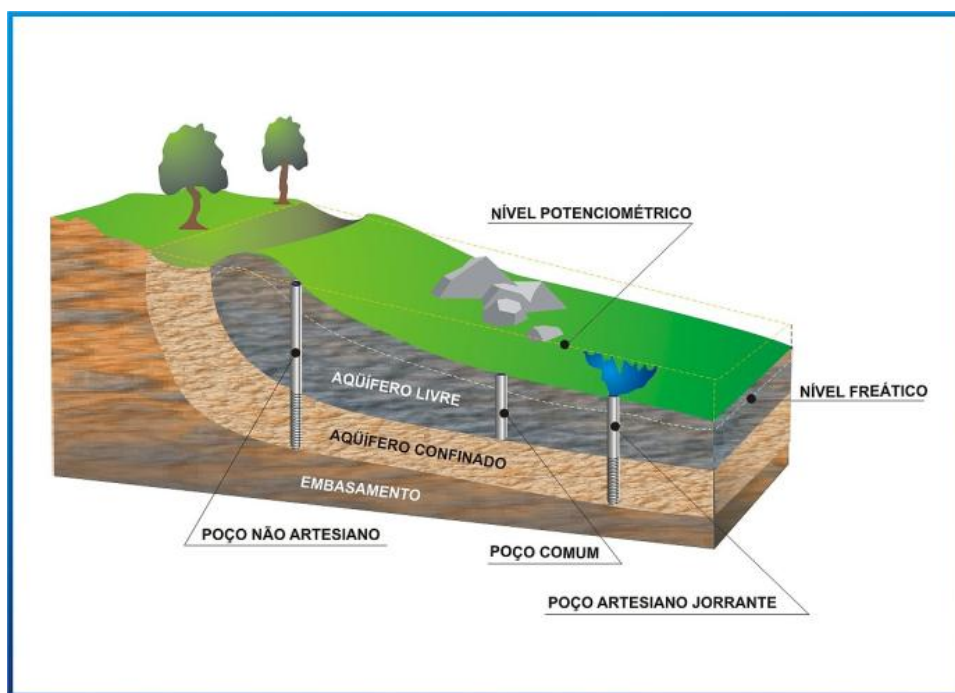


Figura 5 - Nível potenciométrico
Fonte: (CENTER POÇOS, [20--?])

O nível da água não vai variar numa perfuração de um aquífero livre porque o nível corresponde ao da água no aquífero, isto é, a água está à mesma pressão que a pressão atmosférica. O nível da água é designado então de nível freático (CENTER POÇOS, [20--?]).

4 ÁGUA SUPERFICIAL

Água superficial é a água armazenada ou que está fluindo sobre a superfície. É a água que está continuamente interagindo com a atmosfera e com o solo, dependente de fatores climáticos, topográficos, tipo de cobertura vegetal e das propriedades hidráulicas do solo. (CASTAGNOLI, 2007).

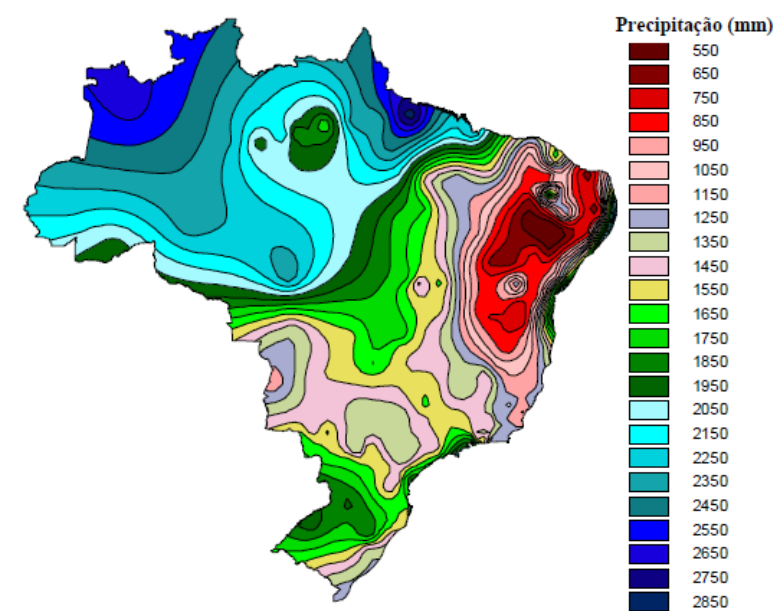


Figura 6 - Precipitação média anual, entre 1961 e 1990

Fonte: (ANA, 2005)

Na região semiárida do Nordeste a precipitação pode chegar a menos de 800 mm, enquanto na região Amazônica a mais de 2.500 mm. No restante do país a média da precipitação anual é de 1.797 mm (ANA, 2005).

5 PROSPECÇÃO

A prospecção identifica os tipos de rochas e as camadas que constituem um aquífero. “Dessa forma é possível local e projetar racionalmente os poços de abastecimento.” (ELIS, [20--?]). Pode ser dividida em: mecânica, que pode ser feita com sondagens, poços, galerias, valas ou trincheiras; geofísica, realizada com refração e reflexão sísmicas, resistividade elétrica, métodos eletromagnéticos, métodos gravimétricos ou métodos magnéticos; e sondagens geoeletricas ou diágrafas (SOARES, [20--?]).

5.1 Prospecção mecânica

A prospecção realizada por meios mecânicos é chamada de prospecção mecânica, com operações de características próprias que definem a sua melhor aplicabilidade. A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP ([20--?]) descreve os tipos de prospecção mecânica (FEUP, [20--?]):

5.1.1 Sondagens

As sondagens são furos abertos com trado para ser feita a prospecção por penetração ou furação. Os trados podem ser acionados manual ou mecanicamente, e permitem a colheita de amostras remexidas (FEUP, [20--?]).

Os trados manuais são geralmente usados até profundidades de cerca de 6 metros e em solos pouco consistentes. Os furos assim abertos podem requerer ou não tubagem de revestimento (FEUP, [20--?]).

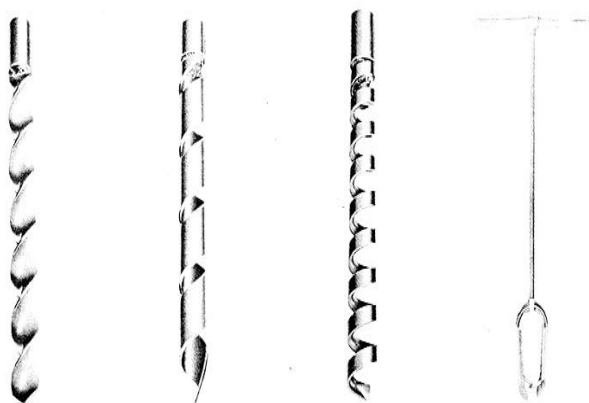


Figura 7 – Tipos de trados manuais
Fonte: (FEUP, [20--?])



Figura 8 - Trados manuais
Fonte: (CC PASSIANOTO, [20--?])

Os trados mecânicos podem atingir grandes profundidades, e usados em terrenos com seixos e em terrenos que necessitem de muitos furos (FEUP, [20--?]).



Figura 9 – Trado mecânico
Fonte: (MEKSOL, [20--?])

As sondagens de penetração são utilizadas para avaliação de profundidade e resistência em terrenos maciços e terrosos, contudo não permitem a extração de amostras. Já as sondagens de furação podem ser de percussão, quando sua ferramenta de furação avança por percussão (sondagem destrutiva), ou rotação consoante, quando sua ferramenta de furação avança por rotação (pode ser destrutiva ou com recuperação contínua de amostra). Em ambas, diferente das sondagens de penetração, permitem a extração de material do terreno (FEUP, [20--?]).

5.1.2 Sondagem a Percussão – SPT

Sendo um procedimento geotécnico de campo, a sondagem de percussão, recolhe amostras do subsolo e mede sua resistência ao longo da profundidade perfurada, associando-a ensaio de penetração dinâmico (STP). Tal sondagem é capaz de identificar o tipo de solo atravessado a cada metro que se perfura, bem como a resistência oferecida pelo solo, e a posição do nível ou dos níveis d'água encontrados durante a perfuração (CAMPINAS FUNDAÇÕES, [20--?]).

Trépano é uma ferramenta de percussão, suspensa por um cabo, que pode ser acionada manualmente e que consegue avançar no furo desagregando o terreno. Pode fazer furos verticais com diâmetros máximos de cerca de 20 cm e profundidades até cerca de 20 metros. Para furos mais profundos, usa-se a sonda mecânica, a qual podem atingir valores da ordem de grandeza da centena de metros (FEUP, [20--?]).

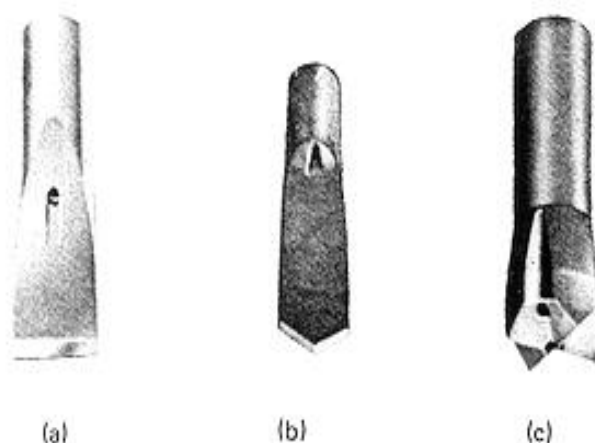


Figura 10 - Trépanos: a) - reto; b) - bisel; c) - cruz
Fonte: (FEUP, [20--?])

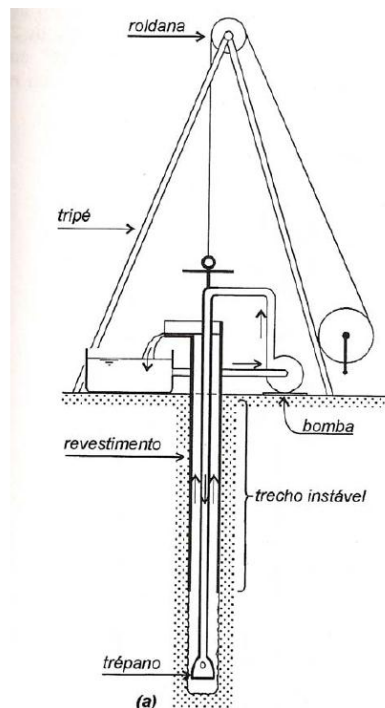


Figura 11 – Trepano montado
Fonte: (BERGMAN, [20--?])

As sondagens de percussão, utilizadas em rochas duras possuem um avanço relativamente lento (FEUP, [20--?]).

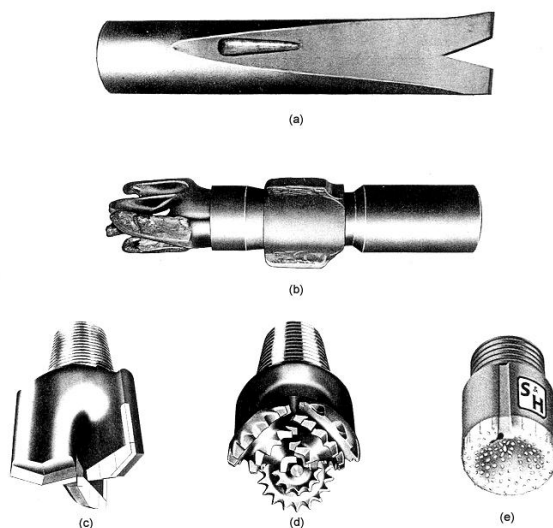


Figura 12 - Ferramenta para furação em maciços rochosos
percussiva: (a), (b) e (c); rotativa (d) e (e).
Fonte: (FEUP, [20--?])

A furação destrutiva é usada principalmente na pesquisa e captação de águas subterrâneas, auxiliando na execução de furos para tratamentos por injeções de cimento em fundações de maciços rochosos (FEUP, [20--?]).

5.1.3 Sondagem Rotativa (SR)

A ferramenta de percussão utilizada para perfuração em rocha em material impenetrável é a sonda rotativa. Ela permite a extração de amostras de rocha (testemunhos) (WGF, [20--?]).

5.1.4 Poços

O acesso direto ao terreno dos poços permite a observação e a coleta de amostras intactas ou remexidas. Tais amostras são muito úteis em problemas que envolvem terrenos escorregadios, por permitirem pesquisar diretamente a superfície de deslizamento. Contudo, possuem também limitações, tais como: a impossibilidade de ultrapassar pequenas profundidades em condições de segurança e rentabilidade; além de ser muito difícil, ou quase impossível, o seu avanço abaixo do nível freático, especialmente em terrenos brandos (FEUP, [20--?]).

Outro aspecto importante são as normas de segurança no trabalho, em especial no que se refere aos deslizamentos e à renovação do ar em poços profundos quando estes são abertos com homens no seu interior. As firmas de prospecção utilizam na maior parte dos casos aros de ferro que colocam, de metro a metro, ou tábuas de madeira para evitarem a queda de material das paredes e os deslizamentos. A proteção de deslizamentos em poços abertos deve ser sempre exigida para profundidades superiores a 3 metros (FEUP, [20--?]).



Figura 13 - Sistema de escoramento de poços e valas
Fonte: (ISCHEBECK IBERICA, [20--?])

Os poços de prospecção mais utilizados são os elípticos, contudo, há também aqueles nos formatos quadrados, retangulares, ou circulares, utilizados com menor frequência (FEUP, [20--?]).

Para boas condições de segurança utilizam-se os abre-valas, instrumentos que escavam poços de até 4 e 5 m de profundidade. Para poços mais profundos as escavações são feitas manualmente por enxadas, e em terrenos duros, conta-se com o auxílio de martelos pneumáticos (FEUP, [20--?]).

5.1.5 Galerias

Permitindo o acesso ao interior dos maciços como os poços, as galerias facilitam as observações, e permitem a realização de ensaios e coleta de amostras em seu interior. Elas podem ser inclinadas, retas, ou mudarem de direção. Além disso, também são utilizadas em obras de drenagem dos maciços (FEUP, [20--?]).

As normas de segurança para galerias são as mesmas utilizadas em poços, já que as dificuldades e cuidados são semelhantes. Dessa forma, deve-se fazer um revestimento em zonas suspeitas de instabilidade, a exemplo das zonas de descompressão, esmagamento ou de grande alteração, como em região de rochas (FEUP, [20--?]).



Figura 14 - Galeria de reconhecimento
Fonte: (FEUP, [20--?])

5.1.6 Valas e Trincheiras

Valas e trincheiras podem ser abertas manualmente ou se em terrenos mais duros pode-se utilizar o abre-valas, bem como explosivos ou meios mecânicos mais potentes. Estruturalmente não ultrapassam dois metros e tem a função de permitir a observação local da formação. São construções comuns em locais de barragem e canais, bem como nas zonas onde se pretende observar o maciço rochoso (FEUP, [20--?]).



Figura 15 - Vala de reconhecimento
Fonte: (GEOVALLE, [20--?])

5.2 Prospecção geofísica

5.2.1 Sísmica de refração e reflexão

Os métodos sísmicos se fundamentam na geração de ondas acústicas e na medição do tempo requerido para que estas ondas se propaguem da fonte de emissão até um conjunto de sensores (geofones ou hidrofones) dispostos em superfície ao longo de um perfil. Um equipamento de registro de dados (sismógrafo) capta os sinais recebidos pelos sensores e os armazena em formato digital para posterior processamento e apresentação (GPR - GEOSCIENCE GEOFÍSICA LTDA, [20--?]).

A partir de sua geração, as ondas acústicas podem sofrer refrações ou reflexões nas interfaces entre dois meios em subsuperfície, sendo que os tempos de trânsito e as velocidades de propagação das ondas nesses meios estão relacionados à densidade, porosidade, composição mineralógica e às propriedades elásticas dos materiais, além de fornecerem informações geológico-estruturais das rochas em profundidade (GPR, [20--?]).

- Sísmica de reflexão

Método baseado nas reflexões das ondas sísmicas geradas artificialmente na superfície do terreno (GEOFISICA BRASIL, [20--?]).

Esquema do método sísmico de prospecção aplicado em terra e no mar.

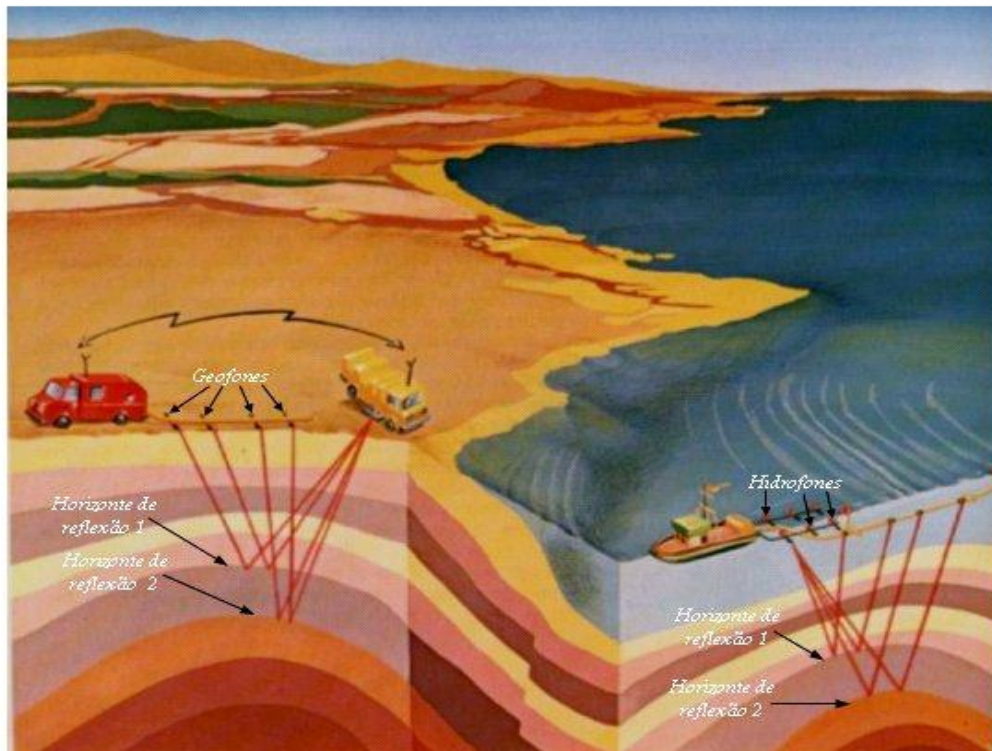


Figura 16 - Método sísmico
Fonte: (DOMINGOS, 2003)

- Sísmica de refração

Método baseado no registro das primeiras quebras das ondas frontais, geradas por meio da detonação de uma carga de dinamite na superfície do terreno (GEOFISICA BRASIL, [20--?]).

Refração - Tempo que as ondas demoram em percorrer um determinado espaço.

Reflexão - Tempo do "eco" das ondas dos estímulos feitos na superfície (explosivos) (GRUPO ROCHA, 2011).

5.2.2 Resistividade elétrica

Resistividade elétrica ou eletrorresistividade é muito empregada na prospecção mineral, de carvão, águas subterrâneas, engenharia e na detecção da contaminação do subsolo provocada por resíduos orgânicos e / ou inorgânicos, estimando a profundidade da rocha sã e do nível freático (AZAMBUJA; CANCELIER; NANNI, 2000).

O método envolve a medição da resistividade elétrica em subsuperfície, feita através de um arranjo de quatro eletrodos, sendo um circuito de emissão de corrente e outro de medição da diferença de potencial. Pode ser definida como a dificuldade da passagem de corrente elétrica para outro meio (AZAMBUJA; CANCELIER; NANNI, 2000).

No caso de solos e rochas, com algumas exceções como minerais metálicos, grafita e algumas argilas, a maioria dos materiais são não condutores elétricos, e quaisquer fluxos de corrente significativos devem-se à presença de água nos vazios (poros e fraturas) e do seu conteúdo iônico (AZAMBUJA; CANCELIER; NANNI, 2000).

Os tipos de arranjos de eletrodos são vários, *Schlumberger*, *Wenner*, Dipolodipolo, Polo-dipolo, Gradiente, Unipolo, Três eletrodos, Dois eletrodos, Laterolog, etc., A escolha do tipo de eletrodo depende do seu arranjo e de suas facilidades de uso, bem como o modo de operação adotado para o seu levantamento (AZAMBUJA; CANCELIER; NANNI, 2000).

Existem três modos básicos de operação: sondagem, caminhamento, e sondagem-caminhamento. Na sondagem (conhecida como sondagem elétrica vertical ou SEV) mede-se a variação vertical de resistividade, fazendo-se sucessivas leituras com aumento do espaçamento entre os eletrodos de corrente. Essa técnica é adequada àquelas situações em que um modelo formado por uma seqüência de camadas aproximadamente horizontais pode representar a realidade. No caminhamento elétrico a distância entre eletrodos permanece fixa, medindo-se a variação lateral de resistividade. Ideal para estudar situações que podem ser representadas por corpos condutores ou resistivos com alto mergulho, verticais a subverticais. A técnica mais apropriada, sobretudo em áreas complexas, consiste na combinação sondagem-caminhamento, que permite definir tanto as variações verticais como horizontais de resistividade (AZAMBUJA CANCELIER; NANNI, 2000).

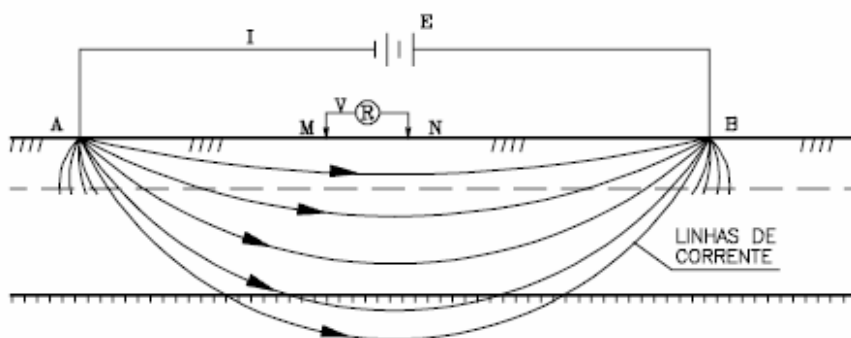


Figura 17 - Princípio da eletrorresistividade.
Fonte: (PANE, 2009)

5.2.3 Gravimetria

A Gravimetria é capaz de medir a variação da aceleração de gravidade produzida pela distribuição da massa no interior terrestre. É feita tanto em nível local como global, com auxílio de equipamentos sensíveis para tal fim, os gravímetros (INSTITUTO ASTRONÔMICO E GEOFÍSICO - IAG, 2000).

O fenômeno da anomalia gravimétrica ocorre quando se observa uma aceleração de gravidade diferente do previsto por um modelo teórico. Essa anomalia é um indício de que em determinada região as rochas apresentam uma densidade diferente da média esperada pelo padrão (IAG, 2000).

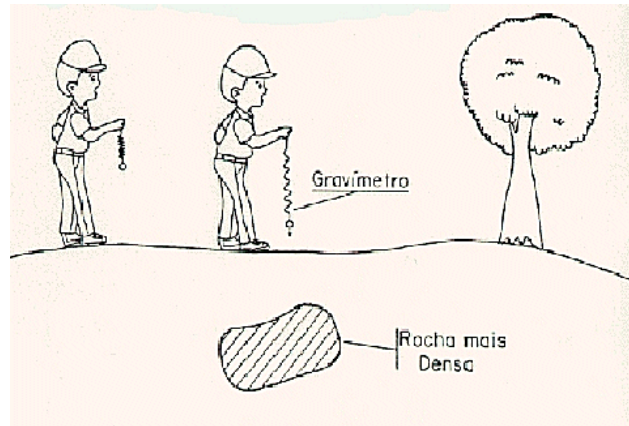


Figura 18 - Esquema simplificado do princípio do método gravimétrico
Fonte: (IAG, 2000)

5.2.4 Magnetometria

A magnetometria é um método pelo qual se obtém informações sobre as estruturas rochosas presentes no interior da terra que possuam propriedades magnéticas. O trabalho de identificação é feito através dos magnetômetros, que são equipamentos que medem na superfície o magnetismo gerado no interior da Terra (GEOFISICA BRASIL, [20--?]).

5.2.5 Diagrafia

É um método geofísico de profundidade, voltado à sondagem vertical (ROCHA et.al., 2003). Esta sondagem é obtida a partir de um longo furo nas rochas, perfuração capaz de caracterizar os diferentes aspectos rochosos a serem analisados (E-GEO, [20--?]).

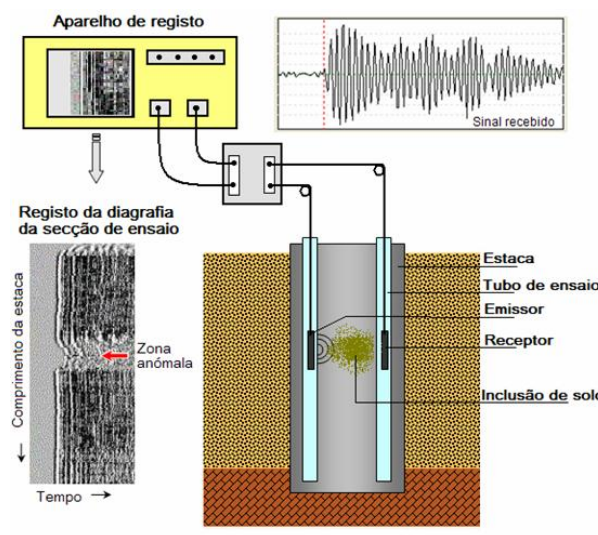


Figura 19 - Diagrafia
Fonte: (LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - LNEC, 2008)

Tabela 1 - Métodos geofísicos utilizados para prospecção hidrogeológica

Método de prospecção	Grandeza medida e unidade	Receptor utilizado
Refracção sísmica	Velocidade de propagação (m/s)	Geofone/hidrofone
Reflexão sísmica	Velocidade de propagação (m/s)	Geofone/hidrofone
Electricidade	Resistividade eléctrica (Ω m)	Resistímetro
Electromagnetismo	Desfasamento (graus)	Fasímetro
	Resistividade eléctrica (Ω m)	Resistímetro
	In-phase, Out-phase	Bobine eixo horizontal, bobine eixo vertical
Magnetismo	Campo magnético terrestre (nT) ¹ *	Magnetómetro
Gravimetria	Campo gravítico (mGal) ²	Gravímetro
Teledeteccção	Alinhamentos (tratamento de imagem)	Satélite
Radiometria	Radioactividade (α , β , γ)	Cintilómetro, espectrómetro
Geotermia	Temperatura (°C, ...)	Termómetro

* Unidades: 1: nT, nanoTesla; 2: mGal, miliGal ($=1 \text{ cm s}^{-2}$).

Fonte: (NUNES, [20--?])

6 CAPTAÇÃO

6.1 Fases que compõem a captação de águas subterrâneas

- A pesquisa, que consiste no conjunto de operações ou procedimentos técnicos de sondagem mecânica, aprofundamento e escavação, efetuado com a finalidade de determinar a existência, em quantidade e qualidade, de águas subterrâneas;
- A execução do poço ou furo, que consiste no conjunto de obras e procedimentos técnicos tendentes a possibilitar a sua exploração;
- A exploração, que consiste na faculdade de proceder ao aproveitamento de águas subterrâneas de acordo com as condições fixadas no respectivo título de utilização (BASE DE DADOS JURÍDICA ALMEDINA - BDJUR, 2007).

Devem-se seguir alguns requisitos para qualquer tipo de obra de pesquisa ou execução de poço ou furo seja qual for a sua finalidade, como, evitar a contaminação de água subterrânea a ser explorada com poluição química ou bacteriológica, por infiltração ou escorrências de águas de má qualidade. Utilizar dispositivos que impeçam o desperdício de água em poços de pesquisa ou captação (BDJUR, 2007).

6.2 Captação de águas superficiais – Mananciais

Mananciais são fontes superficiais como, córregos, rios, lagos e represas para o suprimento de água (ZAMBON; CONTRERA, [20--?]).

Para a retirada de água destinada a um sistema de abastecimento, em qualquer época do ano, sem interrupções, permitir a retirada de água para o sistema de abastecimento em quantidade suficiente ao abastecimento e com a melhor qualidade possível e facilitar o acesso para a operação e manutenção do sistema é necessário um conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto a um manancial (ZAMBON; CONTRERA, [20--?]).



Figura 20 – Estruturas de captação de águas superficiais
Fonte: (ZAMBON; CONTRERA, [20--?])

Requisitos mínimos dos mananciais:

- Aspectos quantitativos;
- Aspectos qualitativos;

Os diversos componentes da água provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas (DIAS, et.al., 2010).

Características físicas, químicas e biológicas, são parâmetros que caracterizam a qualidade das águas e quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para um determinado uso constituem em impurezas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 2002).

Pode-se classificar como parâmetros físicos: a temperatura, pois influi em algumas propriedades da água como a densidade, viscosidade e oxigênio dissolvido; sabor e odor, pois a água deve ser completamente inodora para o padrão de potabilidade; cor, que confere à água alguma substância em solução; turbidez que pode se manifestar em água com alguma matéria em suspensão; e condutividade elétrica (UFV, 2002).

Classificam-se como parâmetros químicos: o pH, alcalinidade, dureza, cloretos, ferro e manganês, nitrogênio, fósforo, fluoretos, oxigênio dissolvido (OD), matéria orgânica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda Química de Oxigênio (DQO), componentes inorgânicos e componentes orgânicos (UFV, 2002).

Já os parâmetros biológicos, são os coliformes, que são indicadores de presença de microrganismos patogênicos na água e nas algas (UFV, 2002).

7 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA OU PLUVIAL

A captação e o aproveitamento de águas pluviais têm a finalidade de substituir o uso de água potável, onde a qualidade de potabilidade não é necessária ou completa. A água captada por tal método pode ser utilizada para diversos fins nas residências, como limpeza, higiene pessoal e alimentação (DIAS; ATHAYDE; GADELHA, 2009).

7.1 Cisternas

Cisternas para uso humano são utilizadas em regiões onde há escassez de água, onde a água subterrânea não é acessível ou é imprópria para consumo humano (SILVA, 2005).



Figura 21 – Cisterna
Fonte: (FORTALEZA, 2011)

A cisterna adaptada para a agricultura é um reservatório bem maior que a cisterna para o uso humano e com um sistema de irrigação que pode ser gotejamento. A cisterna recolhe as águas que escorrem de desníveis do terreno ou de áreas pavimentadas (GNADLINGER, 2005).

7.2 Cacimba

Sendo um poço raso, a cacimba muitas vezes é feita na pedra. É utilizada para a retirada da água, usando como auxílio um carretel ou uma bomba manual. Para garantir maior funcionalidade deve ser sempre coberta com uma tampa de madeira ou cimento e construída a alguns metros distante e acima de qualquer foco de poluição (fossas, sumidouros, currais, esterqueiras etc.), a fim de evitar contaminações. Para segurança e higiene, a base do poço deve ser revestida com cimento, podendo colocar uma laje sobre o poço (GNADLINGER, 2005).



Figura 23 - Cacimba
Fonte: (IRPPA - Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada, 2002)

7.3 Barragem subterrânea

É uma tecnologia de captação de água, que tem como finalidade aumentar a disponibilidade de umidade no solo, aproveitando de forma mais eficiente a água das chuvas ou outras fontes como riachos intermitentes da região, e águas de enxurradas (SANTOS et al., 2009).



Figura 22 – Construção de barragem subterrânea
Fonte: (AIRES, 2011)

A região da barragem pode ser utilizada durante o período de seca para ser plantada, e constrói-se um poço amazonas para o aproveitamento da água (GNADLINGER, 2005).



Figura 23 – Plantação próxima à barragem subterrânea
Fonte: (IRPPA, 2002)

Para a sua construção, faz-se uma barreira que deve ser da superfície até uma camada impermeável no solo de modo a represar a água (SANTOS et al., 2009), com um sangradouro, para escoar o excesso de água e evitar que a força da água quebre a barragem (GNADLINGER, 2005).

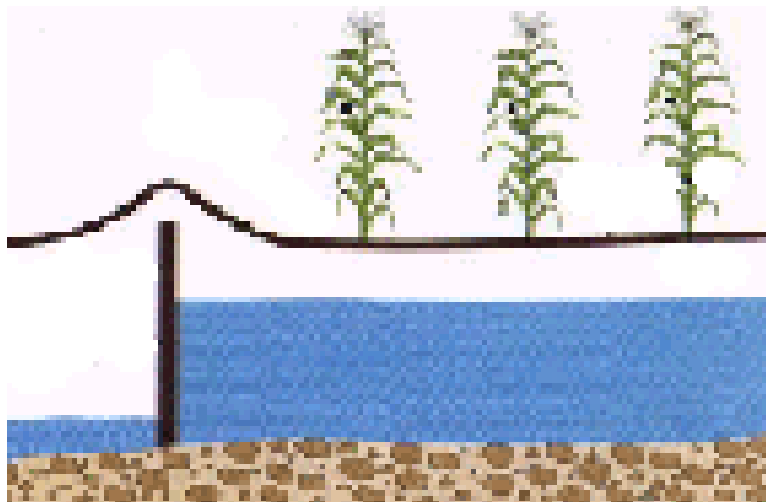


Figura 24 – Perfil da barreira subterrânea
Fonte: (MMB FOUNDATION, [20--?])

7.4 Poço Amazonas (cacimbão)

Poços de grandes diâmetros (1 metro ou mais), que captam água em profundidades de até 20 metros, podem ser revestidos com tijolos ou concreto e geralmente escavados à mão (GNADLINGER, 2005).

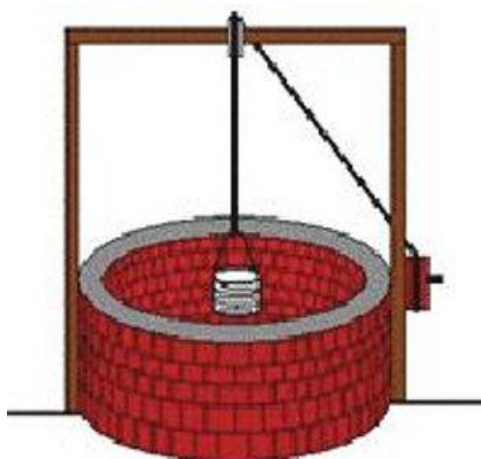


Figura 25 - Cacimbão
Fonte: (SANTOS, 2011)

7.5 Barreiro e caxios

São reservatórios com um ou mais compartimentos e de mais de três metros de profundidade, com fundo e parede de pedra, que não deixa a água se infiltrar e se perder. Pequenas valetas são construídas para direcionar a água de enxurradas para esses compartimentos, tendo-se de preocupação de evitar a passagem de sedimentos (GNADLINGER, 2005).

Usados para disponibilizar água para os animais e para a “irrigação de salvação”, complementando o abastecimento em de cultivos anuais (GNADLINGER, 2005).

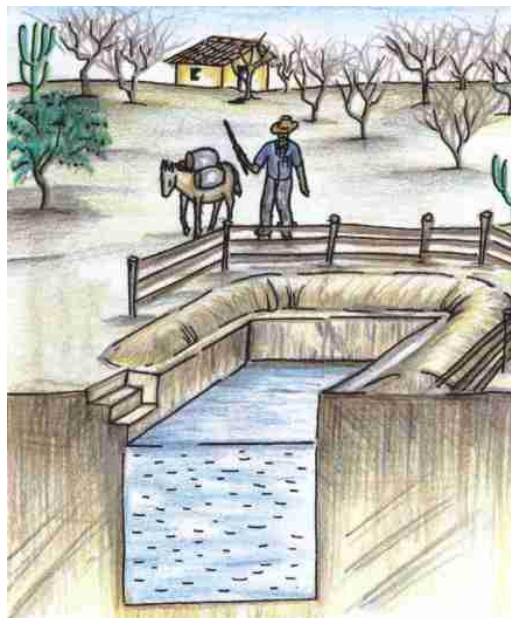


Figura 26 - Caxio

Fonte: (INSTITUTO REGIONAL DA PEQUENA AGROPECUÁRIA APROPRIADA - IRPPA, 2002)



Figura 27 - Barreiro

Fonte: (CENTRO DE CONVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO AGROECOLÓGICO DO SUDOESTE DE DA BAHIA - CEDASB, 2011)

7.6 Pequeno açude

Construído em área de baxio, a trator ou à mão, para recolher água de chuva com um sangradouro para evitar que arrebente com excesso de chuvas (GNADLINGER, 2005).

7.7 Caldeirão

Caldeirão (tanque de pedra) é um bom reservatório para armazenar água das chuvas para uso humano, animal e agrícola (GNADLINGER, 2005).



Figura 28 - Tanque de pedra natural
Fonte: (LIMA; MACHADO, 2008)

7.8 Mandala

É um instrumento composto por círculos de distribuição de água, organizados ao redor de um reservatório central, com bastante água. Além da água de chuva, deve-se ter outra fonte de abastecimento, como um curso d'água, um açude ou um poço. O gotejamento regular nas plantações evita o desperdício na irrigação. O reservatório de água, cercado com tela ou galhos, pode ser utilizado para criação de patos e peixes (GNADLINGER, 2005).



Figura 29 – Mandala
Fonte: (LIMA; MACHADO, 2008)

7.9 Barramento de água de estradas

Captar a água de chuva que escorre pela lateral de estradas para ser armazenada. Esta água é canalizada através de manilhas e direcionada a uma cisterna subterrânea da qual será retirada depois de um processo de decantação para irrigação de salvação (GNADLINGER, 2005).

8 DISTRIBUIÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS

Rede de distribuição é a unidade do sistema de abastecimento de água constituída por tubulações e órgãos acessórios instalados em logradouros públicos, e que tem por finalidade fornecer, em regime contínuo (24 horas por dia), água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas a múltiplos consumidores (residenciais, comerciais, industriais e de serviços) localizados em uma cidade, vila ou outro tipo de aglomeração urbana (HELLER; PÁDUA, 2006).

Depois de tratada, a água é armazenada em reservatórios de distribuição para, depois, ser levada até os reservatórios de bairros, estrategicamente localizados. De lá, a água segue por tubulações maiores (adutoras) e entra nas redes de distribuição até chegar ao consumidor final (SABESP, [20--?]).

8.1 Tratamento (ETAs, ETEs)

- Estação de tratamento de águas - ETAs

A água fornecida para a população deve ser potável e para isso as empresas de saneamento utilizam alta tecnologia de tratamentos para eliminar resíduos de substâncias presentes no meio ambiente, como sais dissolvidos, partículas em suspensão e microrganismos e eliminar todos os poluentes e agentes ameaçadores à saúde (ÁGUA, [20--?]).

Nas Estações de Tratamento de água (ETA's) a água bruta, mesmo a água doce da natureza, presente nos rios, lagos e lençóis subterrâneos, passam por diversos processos. Os principais processos são: desinfecção, coagulação, floculação, decantação, filtração, correção do pH e fluoretação (ÁGUA, [20--?]).

As empresas de saneamento seguem os parâmetros e recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), para o padrão de potabilidade da água tratada e consumida pela população, evitando-se assim surtos de epidemia como a cólera e tifo (ÁGUA, [20--?]).

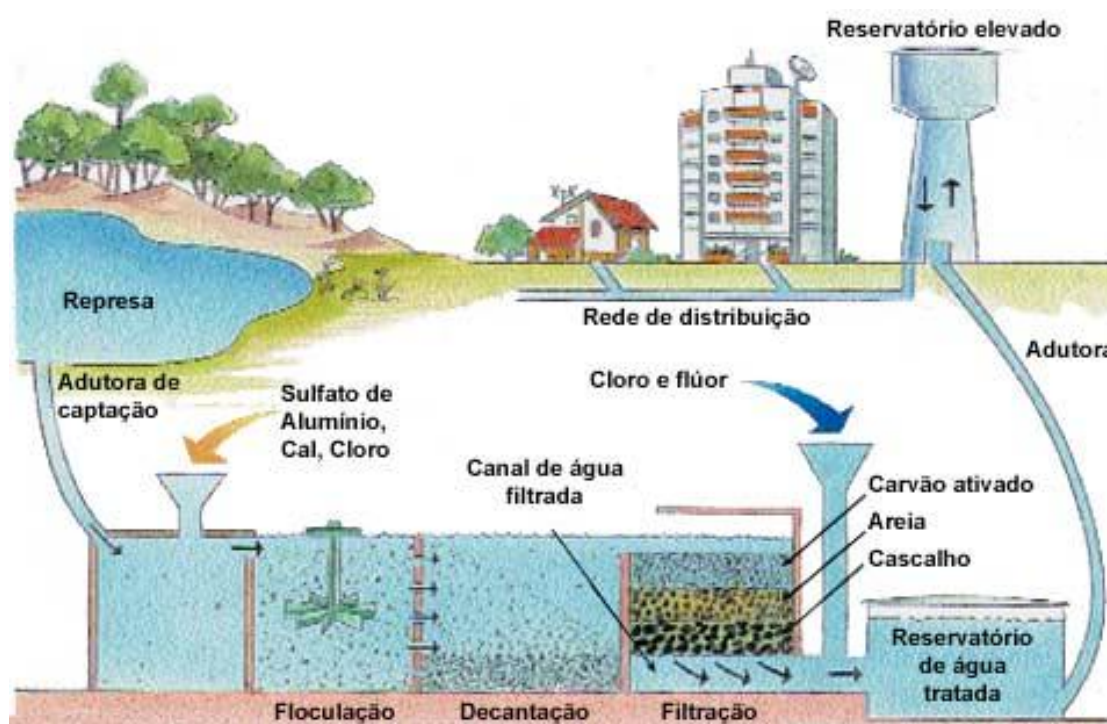


Figura 30 - Esquema de uma estação de tratamento de água.

Fonte: (OLIVEIRA et al., 2004)

- Estação de tratamento de esgotos – ETEs

Local onde se trata as águas residuais de origem doméstica e/ou industrial, que necessitam de tratamento adequado para que sejam removidas as impurezas e assim possam ser devolvidos à natureza sem causar danos ambientais e à saúde humana. Estas são chamadas de esgotos sanitários ou despejos industriais (FARIA, 2007).

Normalmente a matéria orgânica é decomposta pela natureza, mas como os efluentes possuem uma alta concentração, é necessária uma forma de tratamento para reproduzir a natureza e devolver às águas em melhores condições (FARIA, 2007). O tratamento de efluentes pode variar muito dependendo do tipo de efluente a ser tratado, e do tipo de classificação que irá receber (FARIA, 2007).

O efluente deve ser devolvido ao rio tão limpo ou mais limpo do que ele próprio, de forma que não altere suas características físicas, químicas e biológicas. Mesmo que os efluentes sejam tratados não podem ser devolvidos em bacias hidrográficas usadas para abastecimento, já que ainda permanecem contaminantes (FARIA, 2007).

Os processos para tratamento domiciliar são divididos em quatro níveis básicos: como nível preliminar; tratamento primário; tratamento secundário; tratamento terciário e pós-tratamento. Cada fase tem o objetivo de remover os sólidos suspensos (lixo, areia), remover os sólidos dissolvidos, a matéria orgânica, e os nutrientes e organismos patogênicos que são os causadores de doenças (FARIA, 2007).

As empresas de saneamento, quando se fala em efluente industrial, orientam que se faça o monitoramento dos efluentes industriais no próprio local antes de mandá-los às estações de tratamento. A construção de ETEs nas próprias empresas permite que muitas substâncias tóxicas sejam removidas antes de chegarem às companhias de saneamento (FARIA, 2007).



Figura 31 - Estação de tratamento de esgoto
Fonte: (SABESP, [20--?])

9 LEGISLAÇÃO

A ANA é uma autarquia sob-regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. É responsável pela implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos (AMBIENTE BRASIL, [20--?]).

Além de responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos a ANA deve implantar a Lei das Águas (Lei 9433/87), de 1997, que disciplina o uso dos recursos hídricos no Brasil (AMBIENTE BRASIL, [20--?]).

Atualmente, o Ministério do Meio Ambiente desenvolve ações e atividades relativas à estruturação e consolidação das Políticas Nacionais e Estaduais de Recursos Hídricos (PNRH), do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNRH), do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH). As entidades públicas responsáveis pela gestão de recursos hídricos são a Agência Nacional de Águas (ANA), a Secretaria de Recursos Hídricos do MMA e o Departamento Nacional de Produção Mineral (AMBIENTE BRASIL, [20--?]).

O MMA – Secretaria de Recursos Hídricos é uma entidade integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criada em 1.995, regulamentada pelo Decreto 2.972 de 26/02/99 e alterada pela Lei nº 9.984 de 17/07/00, que atua na função de Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Dentre suas principais atribuições, relativa aos recursos hídricos, seriam a coordenação e elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos (AMBIENTE BRASIL, [20--?]).

O Departamento Nacional de Produção Mineral promove o planejamento e o fomento da exploração mineral, controla e fiscaliza o exercício das atividades de águas minerais em todo o Território Nacional, na forma do que dispõem o Código de Águas Minerais (AMBIENTE BRASIL, [20--?]).

Conclusões e recomendações

Atualmente existem vários métodos e equipamentos para se realizar uma prospecção geofísica, tanto de superfície quanto de profundidade, para localizar regiões favoráveis à ocorrência de águas subterrâneas. A escolha do método para a prospecção dependerá de fatores como condição geológica, custos e objetivo da pesquisa. A água é um bem finito e para evitar o uso indiscriminado, foram criadas leis federais, estaduais e municipais para controlar o seu uso (ROCHA et al., 2003).

Para maiores informações sobre a prospecção de água, consultar os sites abaixo:

Legislação

Site: <<http://www.meioambiente.pro.br/aqua/guia/aguasubterranea.htm>>. Acesso em: 26 fev. 2012.

Site: <<http://www.abrh.org.br/novo/legislacao.php>>. Acesso em: 26 fev. 2012.

Agência Nacional de Águas (ANA)

Site: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/legislacao.aspx>>. Acesso em: 26 fev. 2012.

Departamento Nacional de Produção Mineral (dnpm)

Site: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=64>>. Acesso em: 26 fev. 2012.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Cadernos de Recursos Hídricos**. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2012.

ÁGUA - Associação Guardiã da Água. **Tratamento de água**. [S.l.], [20--?]. Disponível em: <<http://www.agua.bio.br/>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

AIRES, L. Barragens subterrâneas levam sustentabilidade ao Semiárido. **Revista Globo Rural**. maio, 2011. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI230337-18095,00-BARRAGENS+SUBTERRANEAS+LEVAM+SUSTENTABILIDADE+AO+SEMIARIDO.html>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

AMBIENTE BRASIL. **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. [S.l], [20--?]. Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/s.n.g.r.h./sistema_nacional_de_gerenciamento_de_recursos_hidricos.html>. Acesso em: 1 fev. 2012.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS - APRH. **Águas subterrâneas**. Lisboa, Portugal: Comissão Especializada de Águas Subterrâneas (CEAS), [20--?]. Disponível em: http://www.aprh.pt/pdf/triptico_CEAS.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2012.

AZAMBUJA, E.; CANCELIER, D.B.; NANNI, A.S. Contaminação dos solos por LNAPL : discussão sobre diagnóstico e remediação. **II Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica da Região Sul**. Rio Grande do Sul, (2000). Disponível em: http://www.azambuja.com.br/site/arquivos/material/material_63.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2012.

BASE DE DADOS JURÍDICA ALMEDINA - BDJUR . Regime da Utilização dos Recursos Hídricos. Seção 1 - Captação de águas. Artigo 41.º - Pesquisa e captação de águas subterrâneas. **Decreto Lei n.º 226-A de 2007**. Coimbra, Portugal, 2007. Disponível em: http://bdjur.almedina.net/citem.php?field=node_id&value=1198153>. Acesso em: 23 fev. 2012.

BERGMAN, M. **Disciplina: Fundações. Assunto: Notas de aula de Fundações rasa**. Rio de Janeiro: Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, [20--?]. Disponível em: <http://dc350.4shared.com/doc/68b1hm4a/preview.html>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

CAMPINAS FUNDAÇÕES. **Sondagem**. São Paulo, [20--?]. Disponível em: <http://campinasfundacoes.tripod.com/>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

CASTAGNOLI, J. P. **Uma implementação numérica do acoplamento água superficial – água subterrânea**. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0510738_07_pretextual.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2012.

CC PASSIANOTO. **Sondagens Ambientais**. Bauru, SP, [20--?]. Disponível em: <http://www.ccpassianoto.com.br/servicos/sondagem>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

CENTER POÇOS. **Águas Subterrâneas: Recurso precioso**. Sacramento, MG. [20--?]. Disponível em: <http://www.sacrahome.com.br/centerpocos/aguas-subterraneas>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

CENTRO DE CONVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO AGROECOLÓGICO DO SUDOESTE DE DA BAHIA - CEDASB. **Belezas do semiárido**. [S.l]: ASA- Articulação no semiárido brasileiro, jun. 2011. Disponível em: <http://cedasb-asa.blogspot.com/search?updated-min=2011-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2012-01-01T00:00:00-08:00&max-results=29>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS DO RIO DE JANEIRO - DRM-RJ. **Águas subterrâneas**. Rio de Janeiro, RJ: Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://www.drm.rj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=84>. Acesso em: 1 fev. 2012.

DIAS, I. C. S.; ATHAYDE Jr, G. B.; GADELHA, C. L. M. **Aproveitamento de águas de chuva para fins não potáveis na cidade de João Pessoa-PB**. Revista Engenharia Civil. Minho, Portugal: Universidade do Minho, n. 34. maio, 2009. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/n34/Pag_39-50.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2012.

DIAS, L. P. et al. Características físico-químicas de quatro marcas de água mineral comercializadas em Teresina-PI. In: V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 5, Maceió. **Anais...** Maceió, AL, 2010. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/651/390>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

DOMINGOS, L. C. G. **Breve história do petróleo**. [S.l.], 2003. Disponível em: <http://histpetroleo.no.sapo.pt/pesquisa_1.htm>. Acesso em: 7 fev. 2012.

E- GEO - Sistema Nacional de Informação Geocientífica. Diagrama Eléctrica. In: **Léxico de Termos Hidrogeológicos**. Portugal: LNEG- Laboratório Nacional de Energia e Geografia, [20--?]. Disponível em: <http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_hidro/lexico.aspx?Termo=Diagrama%20El%C9ctrica>. Acesso em: 01 fev. 2012.

FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO - FEUP. **Prospecção mecânica**. Porto, Portugal: Universidade do Porto [20--?]. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~geng/ge/apontamentos/Cap_6_GE.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2012.

FARIA C. **Tratamento de esgoto**. [S.l.], 2007. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geografia/tratamento-de-esgoto/>>. Acesso em: 26 fev. 2012.

FORTALEZA, Z. Como acontece a captação da água para consumo humano? **Fortaleza Desentupidora e Dedetizadora S/C Ltda**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://fortalezadesentupidora.com/blog/como-acontece-a-captacao-da-agua-para-consumo-humano/>>. Acesso em: 14 fev. 2012.

GEOFISICA BRASIL. **Métodos sísmicos**. [S.l.], [20--?]. Disponível em: <<http://www.geofisicabrasil.com/metodos.html>>. Acesso em: 11 fev. 2012.

GEOVALLE. **Exploração Mineral**. Belo horizonte, MG, [20--?]. Disponível em <<http://www.geovalle.com.br/passo2.html>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

GNADLINGER, J. et al. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva para o Semiárido brasileiro. In: **Encontro por uma Nova Cultura da Água na América Latina**. Fortaleza, CE, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.unizar.es/fnca/america/index2.php?idioma=pt&x=053>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

GPR - Geoscience Geofísica Ltda. **Sísmica de refração e reflexão**. [S.l.], [20--?]. Disponível em: <<http://www.gpr-geoscience.com.br/sismica-refracao-reflexao.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

GRUPO ROCHA. **Métodos sísmicos**. Turma de petróleo e gás, da unidade centro de tecnologia SENAI- RJ automação e simulação. Rio de Janeiro, RJ, 2011. Disponível em: <<http://grupo-rocha.blogspot.com/2011/04/geologia-do-petroleo-os-fundamentos-da.html>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=XFnnhzqetCoC&pg=PA275&lpg=PA275&dq=defini%C3%A7%C3%A3o+Aspectos+quantitativos+nos+mananciais&source=bl&ots=Hv1rvq6Xqo&sig=88_cSlkyLsCFRRxPRL01EUComYA&hl=pt-BR&ei=NbVOT025K-X9sQKF5qjzBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CB4Q6AEwADgK#v=onepage&q=distribui%C3%A7%C3%A3o&f=false>. Acesso em: 01 fev. 2012.

INSTITUTO ASTRONÔMICO E GEOFÍSICO - IAG. Métodos utilizados em geofísica. **Investigando a terra 2000**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. (Programa de Incentivo à Produção de Material Didático - SIAE). Disponível em: <<http://www.iag.usp.br/siae98/geofisica/geofmetodos.htm>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

INSTITUTOS DAS AGUÁIS DO PARANÁ. **O que é um aquífero?** Paraná, 2010. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=63>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

INSTITUTO REGIONAL DA PEQUENA AGROPECUÁRIA APROPRIADA - IRPAA. **Água para regar a vida**. Salvador, BA, 2002. Disponível em: <<http://www.irpaa.org/modulo/publicacoes/divulgacao>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

ISCHEBECK IBERICA. **Sistemas de escoramento**. Valencia, Espanha. [20--?]. Disponível em: <http://ischebeck.es/po.home/entibacion/blindajes_ligeros_aluminio-po.html>. Acesso em: 1 fev. 2012.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - LNEC. **Método de diagrfias sônicas entre furos**. Lisboa, Portugal, 2008. Disponível em: <http://www.lnec.pt/organizacao/dg/ngea/ensaio_diagrfias_sonicas>. Acesso em: 1 fev. 2012.

LIMA R. P.; MACHADO, T. G. **Aproveitamento de água pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações**. Monografia. Barretos, SP: Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, out. 2008. Disponível em: <http://www.feb.br/cursos_engcivsc/Monografia.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2012.

MEKSOL - Geoservice Geotecnia e Fundações Ltda. **Sondagem rotativa**. Belo Horizonte, [20--?]. Disponível em: <<http://www.meksol.com.br/servicos/>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

MMB FOUNDATION - Maria Mafalda Bichara Foundation. **Sistemas de captación y almacenamiento**. [S.l.]. [20--?]. Disponível em: <http://www.crebi.com/projetos/bich_ed1.htm>. Acesso em: 1 fev. 2012.

NIEDERAUER, et al. Sustentabilidade hídrica: Conservação do Aquífero Guarani em face de áreas irrigadas por águas subterrâneas. Florianópolis, SC: Taller International Red Riegos Cyted, 2008. Disponível em: <http://ceer.isa.utl.pt/cyted/main_brasil2008.htm#posters>. Acesso em: 1 fev. 2012.

NUNES, L. M. **Notas sobre o uso de geofísica e geostatística em hidrogeologia**. Algarve, Portugal: Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente; Universidade do Algarve, [20--?]. Disponível em: <http://w3.ualg.pt/~lnunes/Pessoal/Textos_apoio/LuisNunes_Textos%20de%20apoio%20-%20cap%205.htm>. Acesso em: 1 fev. 2012.

OLIVEIRA, F. R. et al. O sistema de captação, tratamento e distribuição de água em Barretos. **Revista Eletrônica de Ciências**. São Carlos, SP, n 28, set./out./nov. 2004. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_28/agua2.html>. Acesso em: 1 fev. 2012.

PANE, E. Relatório do levantamento geofísico utilizando o método de eletrorresistividade para o projeto tav – trem de alta velocidade. **Mineragua**. São José dos Campos, SP, 2009. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/relatorio_geofisica_tav.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2012.

PERFURADORES.COM. **Brasil: riqueza em água e em Leis de Recursos Hídricos**. [S.l] 2011. Disponível em: <<http://www.perfuradores.com.br/index.php?CAT=pocosagua&SPG=noticias&TEMA=Meio%20Ambiente&NID=0000005436>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

ROCHA, R. et al. Métodos geofísicos aplicados à prospecção de água subterrânea em rochas cristalinas do Alentejo: vantagens e limitações. In: VI Congresso Nacional de Geologia, Monte de Caparica, 4 a 6 de Junho de 2003: **[Comunicações]**. Monte de Caparica, Portugal: Universidade Nova de Lisboa, 2003. Disponível em: <<http://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/982>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Distribuição de água**. São Paulo, [20--?]. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=35>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

SANTOS, E. **Mobilização e tratamento de água**. Mar. 2011. Disponível em: <<http://wiki.pastoraldacrianca.org.br/CapituloIICaptacao>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

SANTOS, M. O. et al. **Barragem subterrânea: água para uso na agricultura**. Manual técnico. Niterói, RJ, 2009. Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/rioural/17%20Barragens%20Subterraneas.pdf>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

SILVA, F. C. **Saneamento Básico - Abastecimento de Água**. Braga, Portugal: Universidade Católica Portuguesa, 2005. Disponível em: <http://www.saudepublica.web.pt/06-saudeambiental/061-Aguas/AbastecimAgua_texto.htm#cisternas>. Acesso em: 1 fev. 2012.

SOARES, S. M. **Prospecção Geotécnica**. Beja, Portugal: Engenharia Civil do Instituto Politécnico de Beja, [20--?]. Disponível em: <<http://www.estig.ipbeja.pt/~smms/Disciplina%20de%20Geologia%20de%20Engenharia>> <http://goo.gl/NIG2x>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

SOLER; PALAU. **A água – Ficha técnica**. Portugal, [20--?]. Disponível em: <http://www.solerpalau.pt/formacion_01_26.html>. Acesso em: 1 fev. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Laboratório de Qualidade da água**. Viçosa, MG, 2002. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/lqa/>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

WGF- Consultoria e Geotecnia. **Sondagem**, [20--?]. Disponível em: <<http://www.wgfgeo.com.br/sondagem.htm>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

ZAMBON, R. C.; CONTRERA, R. C. **Captação de águas superficiais**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, [20--?]. Disponível em: <http://200.144.189.97/phd/LeArg.aspx?id_arg=5142>. Acesso em: 1 fev. 2012.

Nome do técnico responsável

Fernanda Oliveira – Mestre em Biotecnologia

Jéssica Câmara Siqueira – Mestre em Ciência da Informação

Maria Cristina F. Costa – Química

Nome da Instituição do SBRT responsável

USP/DT (Agência USP de Inovação / Disque-Tecnologia)

Data de finalização

29 fev. 2012