

**ANAIS DO 2.º CONGRESSO BRASILEIRO
DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Salvador (BA) setembro de 1982

**CRITÉRIOS DE LOCAÇÃO E ASPECTOS PRÁTICOS DE PERFURAÇÃO
EM ROCHAS CALCÁRIAS DA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DA BAHIA**

**Alfredo da Silva Pinto
Paulo Roberto Penalva dos Santos
Jairo Antônio Bensabath de Almeida
Ivan Vieira Matos**

Companhia de Engenharia Rural da Bahia — CERB

ABSTRACT

As far as geological aspects are concerned the State of Bahia, has a rather diversified lithology, but, for hidrogeological purposes there are three main group: crystalline, limestone and sedimentary rocks. This paper is about the criteria used by CERB when locating deep wells on calcareous rocks areas, more precisly in the Irecê-Iraquara region of the State of Bahia, and the problems that usually occurs during the drilling works of this kind of wells.

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista geológico, o Estado da Bahia é bastante diversificado quanto a litologia, porém em termos hidrogeológicos, podemos distinguir tres grandes grupos: cristalino, calcário e sedimento, que compõem aproximadamente 70%, 15% e 15% respectivamente da sua área total.

Este trabalho, enfocará os critérios de locação e os aspectos práticos da perfuração de poços tubulares profundos no calcário, mais precisamente nas rochas carbonáticas do grupo Bambui na região Central do Estado (Irecê - Iraquara).

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

A área em estudo localiza-se na parte central do Estado da Bahia e é limitada pelas coordenadas geográficas 41°12' e 43°12' de longitude oeste de Greenwich e 10°18' e 12°27' de latitude sul.

O acesso principal é feito pela rodovia pavimentada BA-052, que liga as cidades de Feira de Santana e Xique-Xique.

Trata-se de um platô calcário, situado na cota média de 750m.

No extremo sul da área, o cârstico por ser mais desenvolvido, apresenta um relevo irregular, com a ocorrência de vales cegos, grandes dolinas e profundas cavernas de dissolução.

O clima dominante na sua maior parte, segundo a classificação de Koppen é o semi-árido quente, sendo que na zona sul, predomina o tropical quente úmido.

A precipitação média na região centro-norte é de 550 mm/ano, enquanto que no extremo sul está em torno de 700 mm/ano. (Ver mapa de situação).

CRITÉRIOS DE LOCAÇÃO

A CERB tem utilizado os seguintes critérios para a locação de poços tubulares na área em estudo: dolinas, drenagem controlada, sumidouros e fraturamentos.

a) Dolinas

Estas estruturas são muito comuns na área, e em decorrência disso, são as mais usadas como critério de locação, num percentual de aproximadamente 90%.

Tratam-se de depressões de formato aproximadamente circulares, rasas ou profundas, alinhadas ou dispersas, apresentando na sua grande maioria afloramentos de calcário fraturado em sua borda.

A CERB, comumente perfura o poço na borda da Dolina, próximo aos afloramentos da rocha. A prática tem demonstrado que, os poços perfurados mais para o interior da Dolina, apresentam maiores problemas na perfuração, devido a uma incidência mais acentuada de perda de circulação e desmoronamentos, decorrentes da intensa concentração de fraturas e da grande espessura da zona de decomposição. Acarreta também, prejuízos econômicos, uma vez que requerem mais horas de limpeza do furo e maior quantidade de tubulação de revestimento.

No caso das perfuratrizes percussoras, o poço deverá ficar um pouco afastado do afloramento, para facilitar o início da perfuração, porque a linha de ferramenta fica sem apoio quando o furo é iniciado logo sobre a rocha.

É mais conveniente a perfuração desenvolver-se alguns metros no decomposto antes de atingir o calcário são.

b) Drenagem Controlada

É outro critério que a CERB usa para a locação de poços tubulares nessa área.

Tratam-se de depressões estreitas, compridas, profundas ou rasas onde ao longo de sua extensão aparecem afloramentos do calcário fraturado.

Comumente o poço é perfurado na borda da drenagem, junto aos afloramentos da rocha, sempre que ocorrerem.

Os poços perfurados mais próximos ao centro, apresentam uma incidência maior de perda de circulação e desmoronamentos, devido à grande espessura da zona de material decomposto.

c) Sumidouros

São aberturas irregulares de vários tamanhos, que aparecem nas regiões cársticas, originadas pela dissolução do calcário através da água que percola por entre as fraturas.

A existência dos sumidouros, é um indício concreto de que o calcário encontra-se fraturado.

Na área em estudo, ocorrem dentro das Dolinas ou disseminados nas partes peneplanizadas.

As Dolinas são estruturas resultantes de acomodações e quebraamentos e quando os sumidouros aparecem dentro delas, principalmente no centro, torna mais segura a locação do poço, uma vez que o sumidouro é uma prova visível da existência destes quebraamentos.

Nas áreas peneplanizadas, ocorrem disseminados em forma de grandes e pequenas aberturas. Só é aconselhável o seu aproveitamento quando constituir-se na única estrutura existente no local. Neste caso, o poço deverá ser perfurado um pouco afastado do sumidouro para evitar maiores problemas durante a perfuração.

d) Fraturamentos

Esse tipo de locação, refere-se ao calcário fraturado, sem estar

associado a estruturas como: Dolinas, drenagens e sumidouros. É baseado nos afloramentos da rocha que aparecem em alguns pontos da área, apresentando pequenos e grandes quebramentos.

É uma locação que dá grande margem de segurança, entretanto é necessário uma cuidadosa observação dos fraturamentos para ter-se a segurança da sua continuidade em subsuperfície.

Deve-se salientar que a sul da área, devido ao cárstico ser mais desenvolvido do que na zona centro-norte, os critérios basicamente usados são os de Dolinas e Vales cegos, devido ao grande número dessas estruturas ocorrentes nessa parte da área.

É essencial que para todos os critérios citados, sejam feitos estudos aerofotogramétricos, para um posicionamento mais adequado com relação as estruturas local e regional.

PERFURAÇÃO

1. Estatística

A área em estudo, é quase que desprovida de recursos hídricos de superfície, mas, é detentora de um excelente potencial hídrico subterrâneo, que faz com que o poço tubular, seja a opção mais viável para a solução de abastecimento e irrigação local.

A CERB, executou cerca de 253 poços tubulares, obtendo êxito em 90% das perfurações com 8% de poços secos e 0,79% de poços perdidos por problemas técnicos

P O Ç O S	NÚMERO DE POÇOS	%
Perfurados	253	-
Concluídos	251	91,21
Secos	20	8
Perdidos por Problema Técnico .	02	0,79

TAB. 1

O alcance médio de perfuração na área é de 90m de profundidade, observando-se que na zona sul (Iraquara), os poços perfurados no Tabuleiro apresentam profundidades em torno de 100m, com NE (nível estático) profundo, cerca de 60 a 70m, e nos vales variam na faixa de 50 a 60m, com NE (nível estático) em torno de 5 a 10m. Destaca-se também, a região do município de Souto Soares, que por constituir-se em um divisor de águas, os poços atingem profundidades de até 200m.

2. Métodos e Equipamentos

A CERB emprega basicamente dois tipos de processos para a perfuração de poços tubulares nessa área: percussão a cabo e o roto-pneumático.

No processo de percussão a cabo, utiliza perfuratrizes do tipo percussora, que desenvolve o trabalho através de cadenciados golpes sobre a rocha, cerca de 33 por minuto, que é lentamente triturada, permitindo o avanço da perfuração.

No processo roto-pneumático, emprega perfuratrizes mais sofisticadas, de acionamento mecânico e/ou hidráulico, que combinam a percussão com a ação rotativa. Esses equipamentos, promovem a desagregação da rocha através de rápidos e sucessivos golpes, cerca de 1.800 por minuto, tornando o avanço da perfuração muito mais eficiente.

Apesar do bom desempenho deste método no calcário, ele apresenta limitações, que em alguns casos impedem a continuidade da perfuração. Quando isso ocorre, o poço é concluído com o uso do processo de percussão a cabo, comumente utilizado para solucionar tais problemas.

3. Produtividade

O processo de percussão a cabo, apresenta uma baixa produtividade de no avanço da perfuração.

A CERB, aplicando este método na região do calcário, obteve um avanço de perfuração em torno de 1m a cada duas horas de trabalho efetivo.

Um poço de 70m de profundidade, com 8 a 10h de trabalho diário, é perfurado em cerca de 10 dias.

No processo roto-pneumático, o desempenho no avanço da perfuração depende da potência do compressor empregado no sistema.

As perfuratrizes de acionamento mecânico da CERB, acopladas com compressores pequenos de 125 psi e 750 cfm, apresentam um baixo rendimento no avanço da perfuração, cerca de 1m a cada 5 a 8 minutos no calcário.

Com estes equipamentos, um poço de 70m é concluído em média de 8 horas de trabalho efetivo.

Com as perfuratrizes de acionamento hidráulico utilizando no sistema compressores de alta potência, 250 psi e 750 cfm, o avanço da perfuração torna-se mais eficiente, com cerca de 1m a cada 2 a 3 minutos.

Nestas condições, o mesmo tipo de poço de 70m, é perfurado em média de 5 horas de trabalho efetivo.

A aplicação de compressores de baixa potência no sistema roto-pneumático, acarreta um maior consumo de combustível e um exagerado desgaste dos bits utilizados.

PERFURATRIZ ROTO-PNEUMÁTICA	AVANÇO	POÇO DE 70m
	m/min	Tempo Médio trab. efetivo
De acionamento mecânico com compressor de 125 psi e 750 cfm	5 a 8	8 horas
De acionamento hidráulico com compressor de 250 psi e 750 cfm	2 a 3	5 horas

TAB. 2

PERFURATRIZ PERCUSSORA	AVANÇO	POÇO DE 70m
	m/hora	Tempo Médio c/8 a 10hs/dia
	0,50	10 dias

TAB. 3

VAZÃO E QUALIDADE QUÍMICA DA AGUA

Os poços tubulares perfurados na área, comumente apresentam boas vazões, com uma média obtida de 3,20 l/s (11.520 l/h). Salienta-se que na região do município de Souto Soares, os poços apresentam produções inferiores, decorrente desta faixa constituir-se em um divisor de águas. (Anexo 1).

A quantidade média de sólidos totais na área é de 1.420 mg/l. Na zona sul, a salinização diminui ficando com a média de 1.100 mg/l, devido a grande circulação de águas em subsuperfície, resultantes de uma maior densidade pluviométrica e também das contribuições recebidas dos quartzitos da borda da bacia. (Anexo 2).

PROBLEMAS NA PERFURAÇÃO

O calcário devido à sua baixa dureza, facilita o avanço da perfuração principalmente quando é utilizado o processo roto-pneumático. Mas, apesar do bom rendimento na produtividade, ocorrem problemas durante os trabalhos, que prejudicam este desempenho, incorrendo em alguns casos na perda total do furo.

Os problemas no calcário, basicamente, ocorrem, quando as perfurações são executadas usando-se o sistema roto-pneumático. Os poços interrompidos, são posteriormente concluídos pelas perfuratrizes percussoras, através do método de percussão a cabo, menos prejudicado nesse tipo de rocha.

Comumente na área em estudo, ocorrem os seguintes problemas:

a) Cavernas

O calcário é uma rocha de fácil dissolução, decorrente disso, é comum a ocorrência de grandes cavernas e fraturas muito abertas em subsuperfície. Usando-se o processo roto-pneumático, quando a perfuração atinge alguma destas estruturas, ocorre a perda de circulação, onde o ar injetado pelo compressor, perde-se nos espaços livres e não consegue fazer a limpeza dos detritos, acumulados dentro do furo. Estes detritos, a qualquer interrupção do compressor, depositam-se por sobre o martelo e o bit, causando a prisão da ferramenta e a consequente paralisação do serviço.

No processo de percussão a cabo, a linha de perfuração perde o apoio, provocando a tortuosidade do furo, com a possível prisão da ferramenta e até mesmo a quebra da broca.

Neste caso, o poço tem de ser reaberto com diâmetro maior (10 ou 12 polegadas), até a altura da caverna, revestir com tubulação de aço e prosseguir com a perfuração por dentro até a profundidade prevista. (Anexo 3).

b) Níveis Alterados

Sobre o calcário são, ocorre uma zona de material decomposto, que varia de 5 a 30m de profundidade. Esta faixa é perfurada pelos métodos: rotativo convencional e/ou de percussão a cabo, com diâmetros de 8 ou 10 polegadas, até atingir a rocha completamente sã. É revestida com tubo de aço, prosseguindo-se a perfuração por dentro com diâmetro 6 (seis) polegadas, utilizando os processos: roto-pneumático e/ou de percussão a cabo.

Em certos casos, após a perfuração ter avançado alguns metros na rocha sã, volta-se a encontrar o calcário novamente alterado.

No uso do processo roto-pneumático, esta zona inalterada é reaberta com o martelo pneumático e o bit de 8 polegadas, até atingir a faixa decomposta, que é perfurada usando-se broca tricône e lama de perfuração, até o calcário tornar-se novamente firme. Retorna-se ao sistema roto-pneumático, prosseguindo a perfuração

em 6 polegadas até a profundidade prevista.

A mesma sequência de trabalho é feita, empregando-se o método de percussão à cabo, que na faixa da rocha alterada, pode usar a lama de perfuração ou o tubo de aço especial (tubo de bater), para sustentar as paredes do poço. (Anexo 4).

c) Fraturas preenchidas com material argiloso

É muito comum no calcário a existência de fraturas preenchidas com material argiloso. E decorrente disso, as perfurações executadas através do sistema roto-pneumático, são interrompidas devido ao martelo pneumático ficar sem apoio para ser acionado. Neste caso, promove-se a limpeza da fenda com o próprio ar injetado pelo compressor, e a depender da sua potência e da quantidade do material de preenchimento, esta operação pode demorar de alguns minutos a algumas horas. Conseguindo-se a limpeza da fenda, a perfuração retorna ao seu desenvolvimento normal.

Em alguns casos, pode acontecer que a água continue suja com presença de material em suspensão, o que provoca a necessidade de posteriormente uma sonda percussora reabrir o poço com um diâmetro maior (8 ou 10 polegadas), até a altura da fenda, e revestir com tubo de aço para isolar a entrada d'água. (Anexo 5).

d) Fendas Verticalizadas

Dentre as inúmeras fendas que ocorrem no calcário, algumas delas são verticalizadas, o que pode causar a prisão da linha de ferramentas, tortuosidade no furo, quebra do bit e/ou do trépano, etc. Em alguns casos a linha de ferramenta desce solta dentro destas fraturas cerca de 4 a 5m de profundidade, onde no processo roto-pneumático, pode causar a perda de circulação total, ou somente no intervalo da fratura, retornando posteriormente à normalidade. No processo de percussão a cabo, costuma-se preencher a fenda com blocos de rocha ou pedaços de madeira, etc. para firmar o trépano e evitar o desvio do furo. E no caso de não solucionar o problema, reabre-se o furo em diâmetro maior (8 ou 10 polegadas), reveste-se com tubo de aço de 6 polegadas e prossegue-se a perfuração por dentro. (Anexo 6).

e) Vazão

Normalmente os calcários oferecem boas vazões e na utilização do processo roto-pneumático, os grandes volumes de água impossibilitam o prosseguimento da perfuração, uma vez que dificultam o acionamento do martelo pneumático. Essa incidência é maior, quando são empregados no sistema, compressores de baixa potência. Acontece também, da vazão verificada durante a perfuração, ser muito maior do que a medida do teste final de bombeamento. Isso decorre do grande volume de água armazenado nas cavernas e fraturas existentes, e que alimentam o poço.

Durante o teste de vazão, a água vai sendo retirada, permanecendo no final da produção real do aquífero. (Anexo 7).

CONCLUSÃO

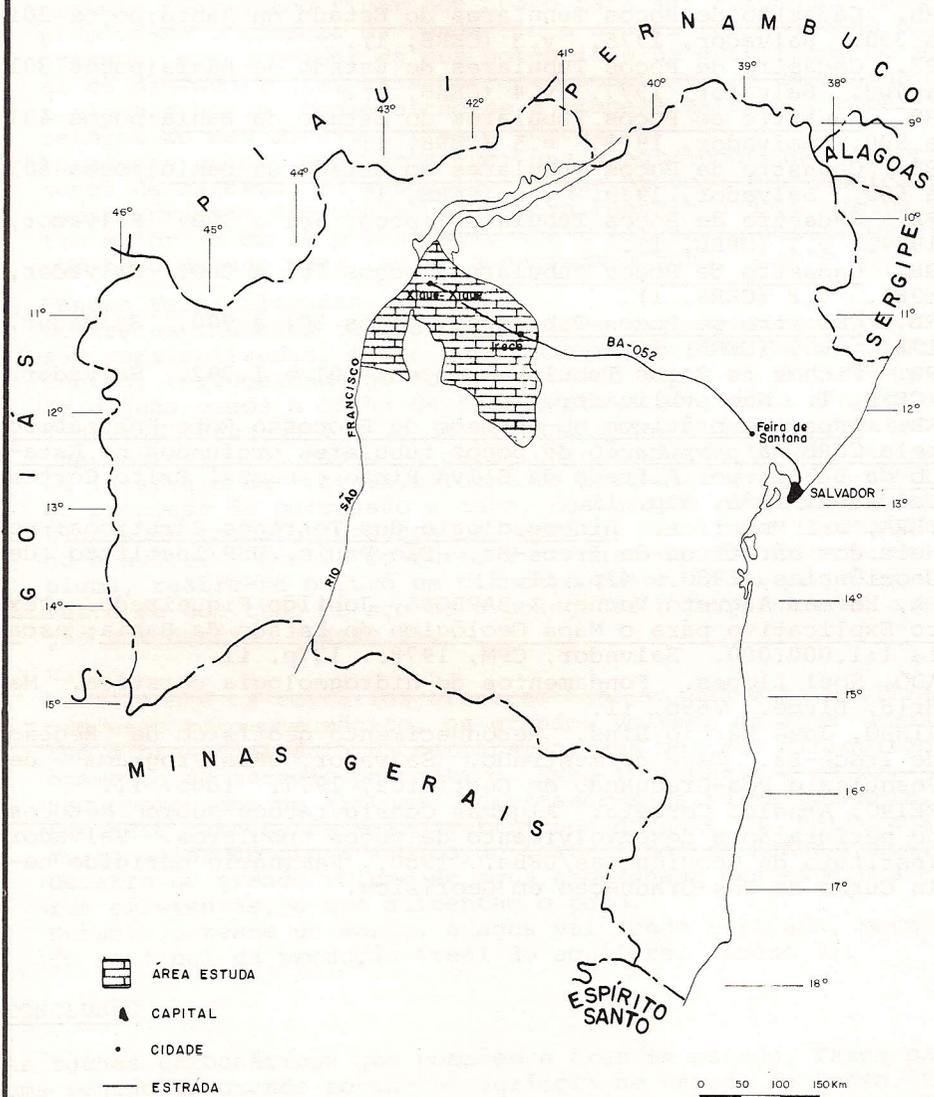
As rochas carbonáticas que compõem a área em estudo, fazem parte de uma região de grande potencial agrícola no Estado da Bahia. E sendo desprovida de mananciais de superfície, tem nos recursos hídricos subterrâneos, a solução para os problemas de abastecimento da população local. Decorrente disso, todo esforço se faz necessário no sentido de dotar a referida área, de uma infra-estrutura de abastecimento, condizente com o seu desenvolvimento. Por isto, tem-se no poço tubular, o meio mais prático e econômico para tal procedimento le

vando-se em consideração o excelente potencial hídrico subterrâneo da área.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. CERB. Cadastro de Poços Tubulares do Estado da Bahia; poços 01 a 100. Salvador, 1975. v.1 (CERB, 1).
2. CERB. Cadastro de Poços Tubulares do Estado da Bahia; poços 101 a 200. Salvador, 1975. v.2 (CERB, 1).
3. CERB. Cadastro de Poços Tubulares do Estado da Bahia; poços 201 a 300. Salvador, 1975. v.3 (CERB, 1).
4. CERB. Cadastro de Poços Tubulares do Estado da Bahia; poços 301 a 400. Salvador, 1977. v.4 (CERB, 1).
5. CERB. Cadastro de Poços Tubulares do Estado da Bahia; poços 401 a 500. Salvador, 1978. v.5 (CERB, 1).
6. CERB. Cadastro de Poços Tubulares do Estado da Bahia; poços 501 a 600. Salvador, 1979. v.6 (CERB, 1).
7. CERB. Cadastro de Poços Tubulares; poços 601 a 700. Salvador, 1979. v.7 (CERB, 1).
8. CERB. Cadastro de Poços Tubulares; poços 701 a 800. Salvador, 1980. v.8 (CERB, 1).
9. CERB. Cadastro de Poços Tubulares; poços 801 a 900. Salvador, 1981. v.9 (CERB, 1).
10. CERB. Fichas de Poços Tubulares; poços 901 a 1.392. Salvador. (CERB, 1). Não publicado.
11. CERB. Aspectos práticos no emprego do Processo Roto-Pneumático pela CERB na perfuração de poços tubulares profundos no Estado da Bahia, por Alfredo da Silva Pinto e Samuel Brito Cortes, Salvador, 1981, 41p. il.
12. GUERRA, Ari Medeiros. Hidrogeologia dos Terrenos Cársticos; modelo dos cársticos de Irecê-Ba. São Paulo, USP/Instituto de Geociências, 1980. 42p. il.
13. INDA, Hermes Augusto Verner & BARBOSA, Johildo Figueiredo. Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Estado da Bahia; escala 1:1.000.000. Salvador, CPM, 1978. 137p. il.
14. LLADÓ, Noel Llopes. Fundamentos de hidrogeologia carstica. Madrid, Blume. 269p. il.
15. MARINHO, José Márcio Lins. Reconhecimento geofísico da Região de Irecê-Ba. Tese de mestrado. Salvador, UFBA/Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica, 1977. 100p. il.
16. RIBEIRO, Arnaldo Correia. Algumas Considerações sobre métodos de perfuração e desenvolvimento de poços tubulares. Salvador, Instituto de Geociências/UFBA., 1980. Seminário dirigido pelo Curso de Pós-Graduação em Geofísica.

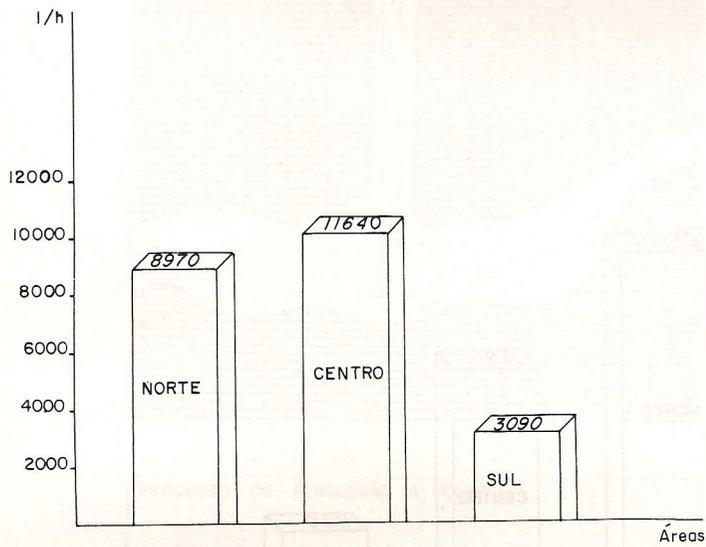
MAPA DE SITUAÇÃO DA ÁREA



DES: MAGILA FREITAS

PERFIL ESQUEMÁTICO

VAZÕES MÉDIAS DA ÁREA
ANEXO I



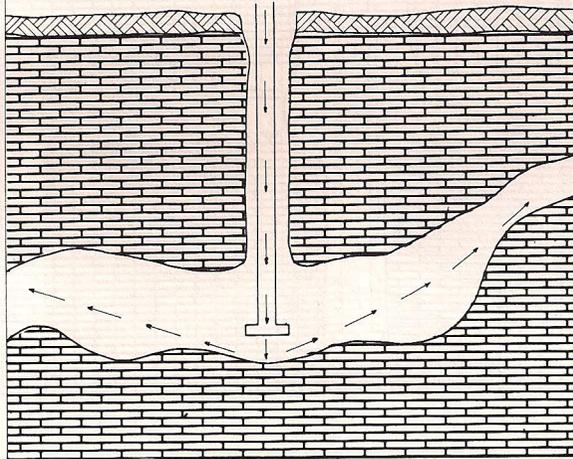
Des: Nágila Freitas

PERFIL ESQUEMÁTICO

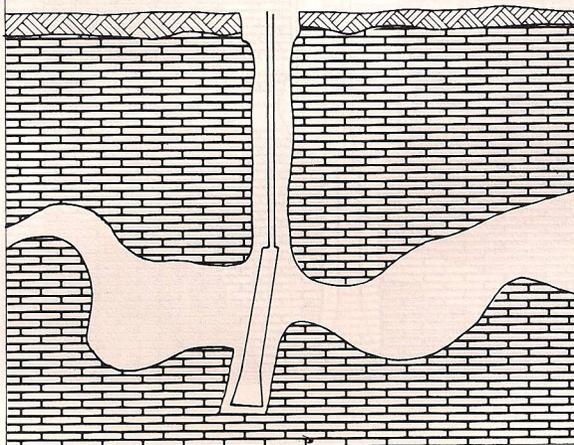
PROBLEMAS NA PERFURAÇÃO - CALCÁRIO

a) CAVERNAS
ANEXO 3

PROCESSO ROTOPNEUMÁTICO

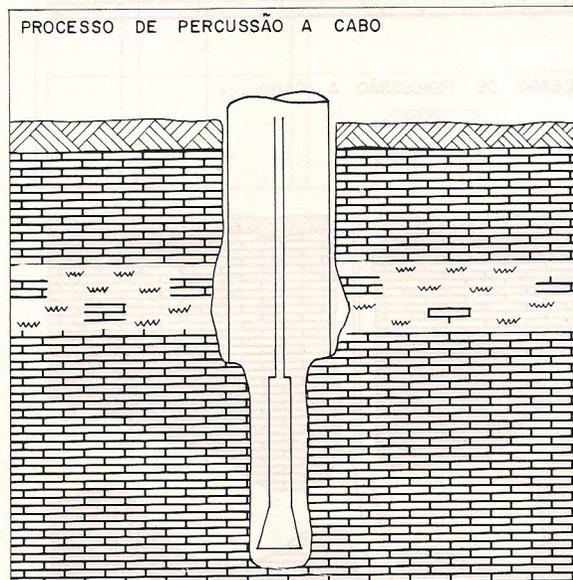
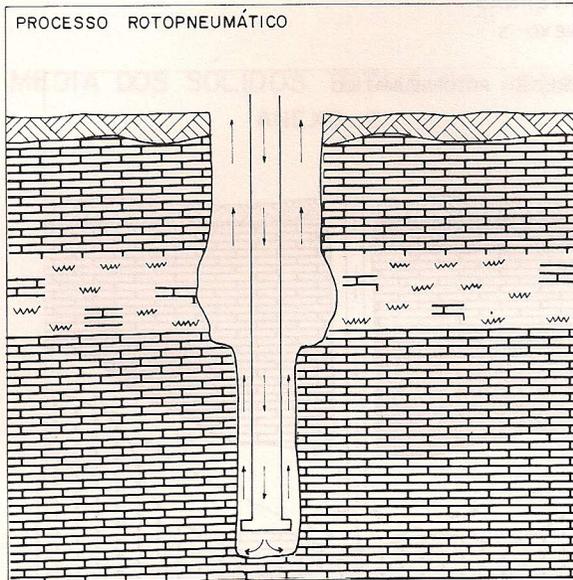


PROCESSO DE PERCUSSÃO A CABO



DES: NÁGILA FREITAS

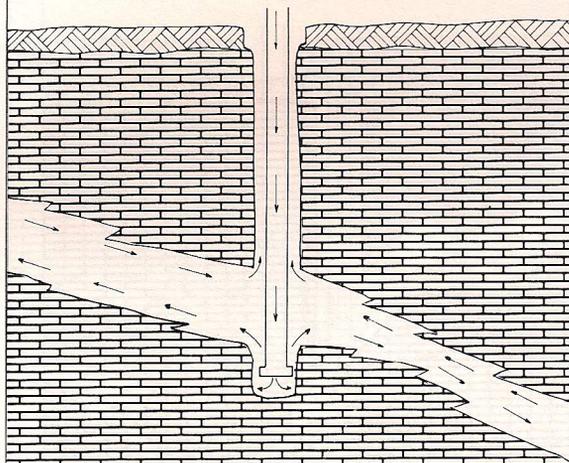
b) NÍVEIS ALTERADOS
ANEXO 4



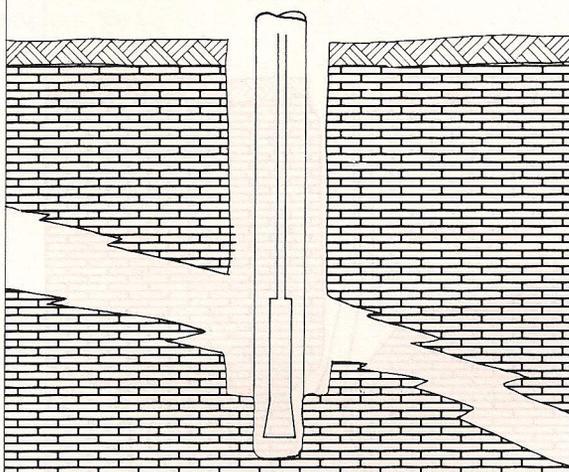
DES: NÁBILA FREITAS

c) FRATURAS PREENCHIDAS COM MATERIAL ARGILOSO
ANEXO 5

PROCESSO ROTOPNEUMÁTICO



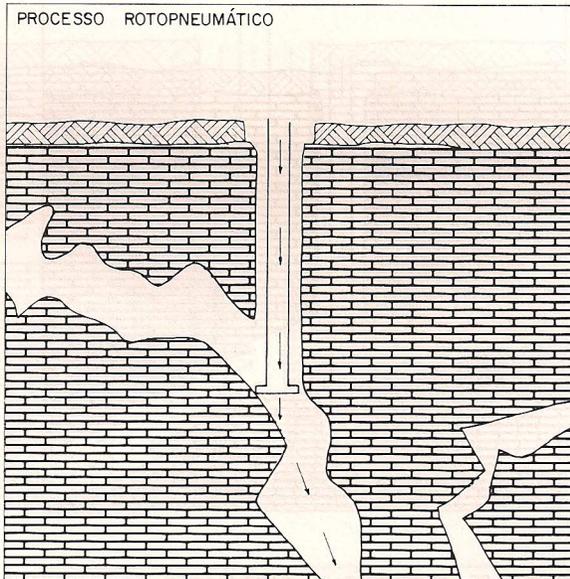
PROCESSO DE PERCUSSÃO A CABO



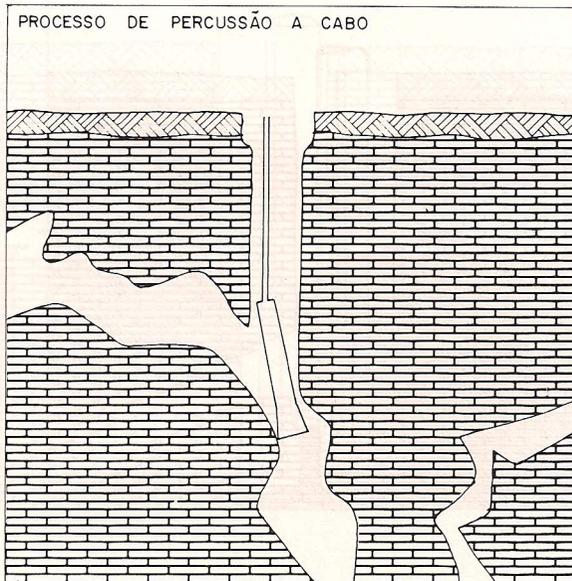
DES. NÁGILA FREITAS

d) FENDAS VERTICALIZADAS
ANEXO 6

PROCESSO ROTOPNEUMÁTICO



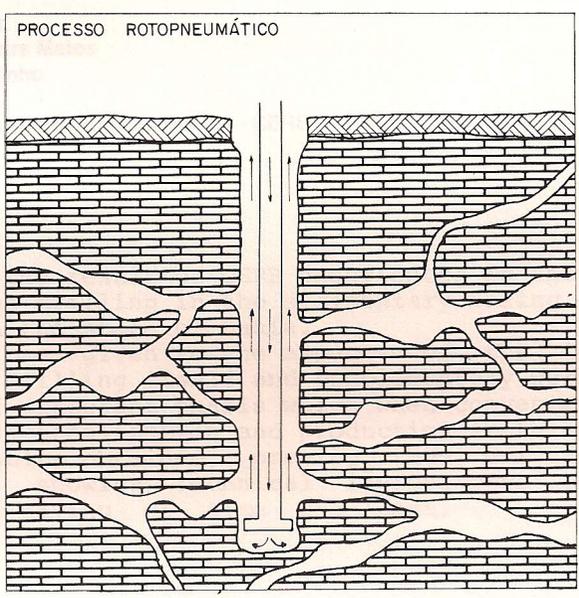
PROCESSO DE PERCUSSÃO A CABO



DES: MÁBILA FREITAS

EXPERIÊNCIAS DA CENB NA CONSTRUÇÃO DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS

e) VAZÃO ANEXO 7



PROJETO PREVISTO DE POÇO

o projeto prevê a construção de um poço tubular profundo com o objetivo de obter água subterrânea para abastecimento público. O poço será construído em um local onde a água subterrânea é abundante e de boa qualidade.

o projeto prevê a construção de um poço tubular profundo com o objetivo de obter água subterrânea para abastecimento público. O poço será construído em um local onde a água subterrânea é abundante e de boa qualidade.

o projeto prevê a construção de um poço tubular profundo com o objetivo de obter água subterrânea para abastecimento público. O poço será construído em um local onde a água subterrânea é abundante e de boa qualidade.

DES. NÁBILA FREITAS