

# PROJETO E TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO DE POÇOS PROFUNDOS: ESTUDO DE CASO.

**Simeones Neri Pereira<sup>1</sup> & Waldir Duarte Costa Filho<sup>2</sup>**

**Resumo** – Visando minimizar os custos e operacionalizar as perfurações de poços, pretende-se estender, à outras perfurações, o projeto e as técnicas de construção empregados na perfuração de um poço profundo realizada na Agrovila IV, município de Ibimirim, estado de Pernambuco, numa bacia sedimentar denominada Jatobá. O poço perfurado apresentou um excelente custo/benefício, com a aplicação das técnicas desenvolvidas nos trabalhos.

**Abstract** – To minimise costs and operate the drilling of wells, we intend to extend it to other holes, the design and construction of the techniques employed in drilling a deep well held in Agrovila IV, Ibimirim municipality, state of Pernambuco, in a sedimentary basin Jatobá called. The well drilled presented an excellent cost / benefit, with the application of techniques developed in the work.

**Palavras-Chave** – **CONSTRUÇÃO DE POÇOS, PROJETO DE POÇO, ÁGUA SUBTERRÂNEA**

---

<sup>1</sup> Engenheiro de Minas e Engenheiro de Segurança, Engenheiro de Petróleo. Esp. – CPRM Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Recife. Av.Sul, 2291 – Afogados – Recife-PE. (81) 3316.1467. simeones@re.cprm.gov.br

<sup>2</sup> Hidrogeólogo, M.Sc. – CPRM Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Recife. Av.Sul, 2291 – Afogados – Recife-PE. (81) 3316.1477 / 9997.8848. waldir@re.cprm.gov.br

## **1. INTRODUÇÃO**

Diante dos elevados custos de perfuração de um poço, pelo método rotativo, se faz necessário a otimização dos parâmetros de perfuração, visando a obtenção do menor custo métrico possível, sendo que tais parâmetros estão intimamente ligados com a performance da perfuração.

O elevado custo de construção de um poço justifica a elaboração de um projeto bem detalhado e analisado, para o qual é imprescindível os recursos humanos, logística, equipamentos, bem como o tempo necessários a execução dos trabalhos.

Assim sendo, para que o poço seja bem executado, dentro da técnica e de uma forma econômica, se faz necessário, que se disponha de um projeto, conforme itens a seguir utilizados no caso de uma perfuração de 300 metros na localidade de Agrovila IV, município de Ibimirim, na Bacia Sedimentar do Jatobá-PE.

## **2. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA DA BACIA DO JATOBÁ**

A Bacia Sedimentar do Jatobá apresenta área de aproximadamente 5.600 km<sup>2</sup>. É parte integrante do sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá. Sua origem está relacionada aos estágios que levaram à formação do Atlântico Sul e margem Continental Brasileira.

É formada pelas formações: Tacaratu, Inajá, Aliança, Sergi, Candeias, Grupo Ilhas, São Sebastião, Marizal, Santana, Exu, Coberturas Cenozóicas e Depósitos Aluvionares.

Os aquíferos mais importantes da bacia são: Aquífero São Sebastião, Aquífero Inajá e Aquífero Tacaratu.

## **3. PROSPECTO GEOLÓGICO, PERFIS E DADOS DE PERFURAÇÃO DE POÇOS DE CORRELAÇÃO**

Conforme a figura 1, o poço perfurado atravessou sequências geológicas, num intervalo de aproximadamente 300 metros, como mostradas a seguir.

O poço tem o objetivo de explorar água do aquífero São Sebastião e terá uma profundidade prevista de 300 metros.

Esta formação é caracterizada por arenitos médios a finos, com raros níveis grosseiro na base, gradeando para arenitos finos a muito finos, em direção ao topo.

Durante a perfuração serão coletadas amostras de calha de dois em dois metros, as quais serão descritas e interpretadas pela equipe de geólogos do Projeto.

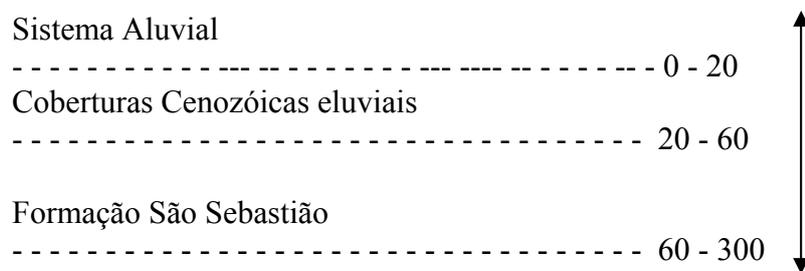


Figura 1 – Litologia local atravessada na perfuração do poço na Agrovila IV, bacia do Jatobá.

Referente a perfis, dados de perfuração, problemas ocorridos em poços anteriores (perdas de circulação, prisões de colunas, repasses, pressão anormal de formação e outros), levantamento de tempos de perfuração, para correlação deste poço, foi considerado o poço 01 SRH - PE e outros.

#### 4. ASSENTAMENTO DE COLUNA DE REVESTIMENTO, FILTRO E SISTEMAS DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

Mediante os dados de poços de correlação, estes servirão de base para a estimativa quanto ao posicionamento revestimentos, filtros e programa de sistemas de fluidos.

#### 5. PERFURAÇÃO

##### Localização, Litologia Perfurada e Equipamentos Utilizados

Localização: Bacia do Jatobá

Unidades estratigráficas: Sistema Aluvial, Coberturas Eluviais, Formação São Sebastião e Grupo Ilhas

Poço: sigla a ser determinada

Localização da Bacia do Jatobá: porção sul do estado de Pernambuco.

##### Diâmetro de Brocas a serem Utilizadas

Broca (POL.).	Profundidade (m)	
	De	Até
17 ½	0,00	40,00
12 ¼	40,00	300,00

### Colunas de Revestimentos a ser Descida

O.D (pol.)	tipo	Profundidade (m)	
		topo	sapata
14"	Aço Calhand.	0,00	40,00
6"	Geo. Reforç 6"	180,00 - Intercalado	

### Coluna de Filtro a ser Descida

O.D (pol.)	tipo	Profundidade (m)	
		topo	sapata
6"	Geomec reforçado	120,00 - Intercalado	

**Zona de interesse:** 40,00/300,00 metros.

**Vazão específica esperada:** Não estimada

### Coluna de perfuração

30 metros de comandos de 4 1/8 "IF, 34,67 lb/pé

270 metros de hastes de perfuração de 3 1/2" – 1 1/2"

Os serviços de perfuração foram executados com uma sonda Failing, modelo CF – 15. Capacidade de perfuração de até 460 metros, usando hastes de 2 7/8". Esta perfuratriz é acionada por motor DETROIT 8V-71. A máquina é montada sobre chassi reforçado, caminhão FORD INTERNATIONAL, com os seguintes periféricos: bomba de fluido GARDNER-DENVER FD 3FXXX-172. 12 galões, especificação técnica: 5 1/2 X 8". Ccompressor: DRESSER INDUSTRIAL, modelo 256 SDS.

O poço foi perfurado com brocas tricônicas de dentes de aço e/ou insertos de tungstênio.

### Avaliação do Desempenho das Brocas

Para seleção das brocas foram considerados os fatores significativos que afetam a taxa de penetração, quais sejam: tipo de broca, características das formações a serem perfuradas, propriedades do fluido de perfuração, parâmetros mecânicos sobre a broca (peso e rotação), parâmetros hidráulicos (vazão de bombeio, velocidades nos jatos) e desgaste da broca.

A avaliação do desempenho das brocas utilizadas na perfuração foi feita pela taxa de penetração e metragem perfurada no tempo. Na obtenção do desempenho geral foi calculado o custo de perfuração, por metro linear, o qual servirá de orientação para a escolha das brocas para poços a serem perfurados na mesma região. Esse valor foi obtido, na prática, através da seguinte equação:

$$CM = \frac{CB + CH(T_m + T_p)}{M_p}$$

Onde:

CM = Custo da broca, por metro perfurado;

CB = Custo de aquisição da broca;

CH = Custo horário da sonda;

T<sub>m</sub> = Tempo total gasto nas manobras da coluna de perfuração;

T<sub>p</sub> = Tempo total perfurando, por broca (tempo broca fundo);

M<sub>p</sub> = Metragem perfurada, por broca.

#### - Parâmetros Mecânicos (Peso Sobre Broca e Rotação)

Para otimização dos parâmetros mecânicos foi utilizado o peso e a rotação que proporcionem o menor custo métrico. Para isto, será usado o método empírico ou matemático. O primeiro utiliza-se o desempenho de brocas anteriores, litologia da formação a ser atravessada, testes de perfuração (drilloff test), tabelas dos fabricantes, experiência profissional, dentre outros. Enquanto que, no segundo serão utilizados fórmulas empíricas para obtenção do menor custo métrico.

Uma cuidadosa análise da utilização destes parâmetros de perfuração, associado aos tipos de brocas que foram utilizados na construção do poço, evidenciou que todos os esforços foram conjugados no sentido de otimizar a escolha das brocas, aplicação correta do peso sobre ele e sua rotação, em virtude do alto custo percentual de brocas na construção do poço.

#### **Parâmetros Hidráulicos (Vazão de Bombeio e Velocidade de Jato)**

A bomba de fluido utilizada foi uma bomba alternativa de pistão. Duplo efeito, 47 HP de potência, vazão de 150 galões por minuto e pressão nominal para esta vazão de 338 Psi.

Em virtude da limitada potência mecânica da bomba, não será possível operar com

parâmetros hidráulicos (vazão de bombeio e pressão de descarga) perfeitamente otimizados, o que condicionará a utilização de jatos de brocas convencionais; velocidade média anular em torno de 56 pés por minuto e desconsiderar a potência hidráulica na broca e a força de impacto de jato de broca.

## **6. FLUIDO DE PERFURAÇÃO**

### **Objetivo do Fluido**

Perfurar o poço com um fluido Base Água de tal maneira que seja obtidas boas taxas de penetrações com o mínimo de tempo improdutivo ligado ao fluido de perfuração como, repassamento, enceramento de broca, perda de circulação, quebra de coluna devido a corrosão, entre outros.

As propriedades físicas e químicas do fluido devem ser alteradas quando necessário, a fim de garantir uma perfuração rápida, segura e uma completação com êxito, além de ser inerte em relação aos aquíferos.

Para efeito do fluido de perfuração o poço será perfurado em duas fases, conforme intervalos descritos a seguir:

Na I FASE, de 0,00 a 40 metros - diâmetro de 17 1/2 “, foi usado um fluido, a base de água-bentonita. Não inibido. Levemente tratado com Polysafe 2000 ou PR 600 e soda caustica.

Na II FASE, de 40 a 300 metros - diâmetro de 12 1/4 foi usado um fluido de baixo teor de sólidos, com a finalidade de aumentar a taxa de penetração da broca, reduzir o custo total da perfuração, não provocar danos aos aquíferos.

Em quaisquer uma das FASES, os sistemas de fluido poderão ser inibidos com cloreto de potássio, caso nas formações atravessadas haja folhetos hidratáveis, dispersíveis e quebradiços. Isto tornará necessário a inibição das argilas contidas nestas passagens, eliminando-se a possibilidade de problemas mecânicos à perfuração e danos à formação produtora.

Na perfuração da FASE I e II, as propriedades físicas mais importantes tais como: densidade; os parâmetros reológicos, as forças géis: inicial e final; a filtração; o reboco e o teor de sólidos serão testados e controlados.

Concernente às propriedades químicas mais importantes será testada e controlada apenas o pH, em virtude de as outras, com exceção da alcalinidade, serem mais associadas a outros tipos de fluidos.

## Metodologia de Controle das Propriedades Físicas e Químicas.

As tabelas 6.2a e 6.2b apresentam composições básicas e propriedades programadas dos dois sistemas de fluido que serão utilizados na perfuração do poço, na I e II FASES, respectivamente.

Tabela 6.2a - Composição básica programada do sistema de fluido para a I e II FASES.

Aditivos	Unidade	Tipo de fluido	
		Não inibido. Tratado com CMC 2000	Baixo teor de sólidos
Água doce	-	* QSP	* QSP
Super gel N (bentonita ativada e polimerizada)	lb/bbl	15 a 20	-
Carboximetilcelulose - CMC 2000	lb/bbl	0 a 1	0,9 a 2,0
Lignusulfonato	lb/bbl	-	0 a 0,5
Cloreto de Potássio	lb/bbl	0,25 a 1,0	0 a 8,82
	lb/bbl	-	0,0 – 0,5
Soda caustica	lb/bbl	0,25 – 1,0	

- QSP – Quantidade Suficiente para o Preparo

Tabela 6.2b - Propriedades programada do sistema de fluido para a II FASE

Propriedades	Tipo de fluido	
	Não inibido. Tratado com CMC 2000 (*)	Baixo teor de sólidos (**)
	Programado	Programado
Peso específico (lb/gal)	8,5 – 8,8	8,5 – 8,8
Queda de pressão no anular (Psi)	-	-
Viscosidade do funil Marsh, (Seg/1000cc)	38 - 45	38 - 42
Viscosidade aparente, cp	36 - 50	34 - 46
Viscosidade plástica, cp	14 - 20	16 - 20
Limite de escoamento (lb/100pe <sup>2</sup> )	18 - 22	3 - 10
Força gel inicial (lb.f/100 pés <sup>2</sup> )	0,25- 0,5	0 – 0,25
Força gel final (lb.f/100 pés <sup>2</sup> )	0.50 – 1,0	0 – 0,5
Filtrado API (cc)	6 - 12	2 - 6
Espessura do reboco (mm)	1 - 2	≤1
pH	8,5 - 9,0	8,0 - 8,5
Teor de areia (% volume)	<1	<1
Teor de sólidos (% volume)	< 5	< 3

(\*) - Intervalo de 0,00 m a 40,00 m, diâmetro da broca de 17 ½”

(\*\*) - Intervalo de 40m a 300 m, diâmetro da broca de 12 ¼”

## **Peso Específico**

Tendo em vista que a litologia nesta área apresenta pressão de poro, provavelmente baixa, em virtude da profundidade do poço ser relativamente baixa. Assim, pretende-se perfurar todo poço com densidade reduzida, entre 8,5 e 8,8lb/gal) a fim de equilibrar a pressão hidrostática formação-poço.

## **Parâmetros Reológicos (Viscosidade Plástica e Limite de Escoamento)**

### **- Considerações Iniciais sobre Viscosidade Plástica e Limite de Escoamento**

As propriedades de fluxo deste fluido serão caracterizadas pelo modelo plástico de Bingham. Este modelo define um fluido para o qual é necessária uma força finita para iniciar o fluxo e que depois revela um regime constante de aumento de tensão cisalhamento à medida que aumenta o índice de cisalhamento.

Neste tipo de fluido quando se medem as leituras a 600 e a 300 RPM, no viscosímetro FANN V-G. A viscosidade aparente (VA), viscosidade plástica (VP) e o limite de escoamento (LE) serão obtidos pelas expressões como se segue:

$$VA = \frac{L600}{2}; \quad Vp = L600 - L300; \quad LE = L300 - VP$$

As medições da viscosidade plástica e limite de escoamento são importantes para determinar viscosidades anormais ocorridas nos fluidos de perfuração. Ela tem efeitos mínimos em perdas de pressão, entretanto, apresenta efeito bastante negativo na taxa de penetração. Enquanto que, valores altos de limite de escoamento causarão pressões altas no espaço anular e possíveis perdas de circulação.

Essas anomalias podem ser verificadas em um sistema de fluido de duas maneiras: pela presença de sólidos ativos e inertes. Estes sólidos ainda se subdividem em desejáveis e indesejáveis. Os primeiros são os que adicionados ao fluido proporcionarão propriedades benéficas ao fluido, entre outros, a soda caustica, a bentonita, o CMC e o lignosulfonato. Os sólidos indesejáveis são aqueles que pouco ou nenhuma contribuição atribuem ao sistema de fluido, quais sejam: as areias, e os calcarenitos.

Num fluido onde está presente um elevado teor de sólidos por volume, haverá maior força de fricção entre as partículas. Isto provocará um aumento na viscosidade plástica. Havendo a redução destas partículas, mantendo-se o seu volume constante, aumentará mais ainda a viscosidade plástica.

Com o aumento no teor de sólidos do fluido, aumentará a viscosidade plástica, para sua diminuição, entre outras providências, tomar-se-á as medidas conforme descrição a seguir:

- a) Remoção dos sólidos indesejáveis com desareiator - com a extração da areias e/ou sólidos haverá diminuição da viscosidade plástica.
- b) Diluição. Como a água diminui a fricção entre as partículas e conseqüentemente a viscosidade plástica. Este procedimento poderá ser utilizado.

Um índice de viscosidade plástica demonstra um aumento de fricção em virtude da adição de sólidos no fluido e/ou esmagamento de partículas. Contudo, um índice de viscosidade elevado é provocado não só pela viscosidade plástica, mas também pelo limite de escoamento.

O limite de escoamento é a segunda componente de resistência ao fluxo do fluido. É uma medida das forças eletrostáticas ou de atração presente no sistema de fluido. Estas forças são os resultados das cargas negativas e positivas nas superfícies, ou próximos destas, nas partículas.

Caso se faça necessário à redução do limite de escoamento pode-se recorrer a os seguintes métodos:

- a) Adição de lignosulfonato – as forças de atração existentes, expostas acima, podem ser repelida por este produto.
- b) Como se pretende trabalhar com um fluido de baixo teor de sólidos, eventualmente, pode-se recorrer à utilização de água; já que esta para pequenos percentuais de volume de sólidos não afeta nocivamente outras propriedades.
- c) Extração de sólidos através de desareiator e processos manuais de remoção na calha dos tanques de fluido.

Finalmente, para aumentar a capacidade de transporte destes sistemas de fluidos, diminui-se a relação proporcional viscosidade plástica-limite de escoamento (fluxo elíptico), que é bastante eficaz quando se trata de sistemas de fluidos de perfuração utilizados para perfuração de poços para água em virtude de estes terem pesos normalmente abaixo de 12lb/gal. Para tanto, a relação viscosidade plástica-limite de escoamento, para os dois fluidos, será satisfatória quando este valor se situar na faixa de 0,6 a 0,7.

## **Filtração e Reboco**

Para evitar o influxo da fase líquida do fluido para a formação e rebocos com espessuras espessas, inconsistentes, plásticas e não uniformes, em frente às paredes do poço, em virtude do diferencial de pressão poço-formação. Pretende-se trabalhar com um FLUIDO DE BAIXO TEOR

DE SÓLIDOS que apresente partículas sólidas com dimensões (CMC e SPERSENE) adequadas, a obstrução rápida dos poros da rocha exposta e que somente a fase líquida do fluido (filtrado), invada a formação.

Neste programa de fluido deseja-se trabalhar com filtrado abaixo de  $10 \text{ cm}^3$ . Os testes de rotina destes parâmetros seguirão o modelo API para baixa temperatura (ambiente) e baixa pressão (100psi).

### **Teor de Sólidos**

Essa propriedade será mantida com o seu teor o mais baixo possível, <(5%), em volume, porque o seu aumento provoca o aumento de várias outras, como: densidade, viscosidade, forças géis. Ademais a ocorrências de problemas tais como: desgaste dos equipamentos de circulação, fraturamento da formação em virtude de elevadas pressões de bombeio e/ou hidrostática, prisão por diferencial de pressão e alta taxa de penetração.

Para prevenir o aumento do teor de sólidos do fluido ele deverá ser inibido fisicamente com POLYSAFE 2000 ou CMC 600 e SPERSENE, evitando assim, a dispersão dos sólidos perfurados.

Como medida corretiva será usado um tanque de decantação de aproximadamente  $9\text{m}^3$  e um desareiator contendo dois hidrociclones (4pol.) de diâmetro. Este equipamento terá sua vazão reajustada para as condições de bombeio e servirá também para preparação do fluido.

### **Concentração Hidrogeniônica (pH)**

O pH destes dois sistemas de fluidos serão mantidos na faixa de 8 – 9,0 e 8,0 – 8,5, para a primeira e segunda FASES, respectivamente, o qual será controlado com hidróxido de sódio ( soda caustica) e terá as seguintes funções: reduzir a taxa de corrosão dos equipamentos, evitar a dispersão das argilas e aumentar a eficiência dos produtos utilizados no fluido.

## **7. AVALIAÇÃO DOS AQUÍFEROS DE INTERESSE**

### **Descrição das Amostras de Calhas**

Coletar as amostras de calha a cada dois metros perfurados, levando-se em consideração o tempo de retorno à superfície da amostra transportada pelo fluido de perfuração. Isto é importante para caracterizar os dados de perfuração com poços de correlação.

## **Interpretação dos tempos de penetração da broca**

A comparação dos tempos de penetração da broca com os parâmetros utilizados na perfuração permite a seleção de intervalos de rochas mais porosas e, conseqüentemente, mais promissoras à captação de águas subterrâneas.

## **Perfilagem Geofísica**

Essa ferramenta possibilita interpretar os resultados quando comparados à descrição das amostras de calhas e aos tempos de penetração. Além de investigar a profundidade e a espessura das camadas aquíferas perfuradas, mais promissoras, no sentido de posicionamento dos filtros, avaliação da qualidade d'água, do teor de sais totais e da permeabilidade. Para tanto, os perfis mais utilizados são:

Perfil elétrico com resistividade profunda Normal-Curta. Apresenta pequena área de investigação, mostrando o desenvolvimento do reboco, inclusive os prováveis danos à formação produtora, bem como as zonas porosas mais produtoras.

Potencial Espotâneo SP. Distingue as linhas dos folhelhos, mostrando as anomalias positivas e negativas para os níveis de águas doces e salgadas.

Perfil Raios-Gama. Possibilita separar os arenitos dos horizontes argilosos. Estes últimos, mais radiativos.

As sondas de perfilagens, suas calibrações e apresentações dos perfis deverão seguir a padronização A.P.I. (Instituto Americano do Petróleo).

## **8. COMPLETAÇÃO**

Após a análise minuciosa das amostras do material perfurado, coletados em calha, das taxas de penetrações das brocas durante a perfuração, dos parâmetros utilizados durante a perfuração, das interpretações de perfis, assim como das informações disponíveis sobre poços existentes nas imediações será realizada a caracterização litológica do aquífero. Assim, decidirá, então, pela instalação de uma coluna composta de revestimentos e filtros geomecânicos, em toda extensão perfurada.

Para que a coluna de revestimentos e filtros mantenham-se concêntricas em relação a parede do poço, facilitando a instalação do pré-filtro e cimentação usar-se-á centralizadores, com espaçamentos de 20 metros, entre eles. Os centralizadores serão construídos em ferro, com perfis cilíndricos, com três haletas equidistantes.

Estes equipamentos serão instalados abaixo da luva superior do tubo e com movimentação livre até sua luva inferior.

A hipótese de completação do poço em parede aberta foi descartada, em virtude da possibilidade de desmoronamentos das paredes do poço, passível de ocorrência nos intervalos compostos por estratos mais finos, ou ainda da produção de areia, devido ao próprio fluxo da água nos poros da rocha ou pela dissolução do material cimentado.

O poço será completado com revestimentos e filtros em PVC rígido, diâmetro nominal de 6", nervurados, reforçados, distribuídos conforme determinação da equipe do projeto. O trecho anelar que será colocado o pré-filtro será definido, também, pela geologia do projeto. O espaço compreendido entre a superfície do terreno e a profundidade que será isolado com uma pasta composta de cimento e água é atribuição da geologia do projeto.

### **Instalação do Pré-Filtro**

Será utilizada areia quartzosa selecionada, com granulometria variando de 1 mm a 3 mm. O cascalho será descido no espaço anelar compreendido entre o poço e a coluna de filtros e revestimentos, conforme a os dados da perfuração.

O método de colocação da areia selecionada será através de uma tubulação de 1½", galvanizada, posta no espaço anelar filtros/ revestimentos e a parede do poço. A extremidade inferior da coluna será inicialmente instalada a 12 metros do fundo do poço. Na extremidade superior se instalará um funil, pelo qual se fará descer o cascalho juntamente com a injeção de um fluido, através de bomba, com viscosidade de 30 Marsh, para evitar a formação de "arco ponte" dentro da tubulação. À medida que o material será descido retirar-se-á uma seção com dois tubos de cada vez e assim sucessivamente. Para acompanhar o volume do cascalho descido, utilizar-se-á a própria coluna de tubos para testar, mediante contato, o topo ou profundidade do material colocado.

### **Operações de Cimentações**

– Cimentação do Revestimento de Superfície - Anular 17 ½" – 14".

Após a perfuração com a broca de 17 ½" será descido o revestimento calhandrado de 14" e cimentado o espaço anelar, no intervalo da profundidade prevista de 40 metros até a superfície.

– Cimentação da Coluna de Revestimento Geomecânico

Após a descida da coluna de revestimentos, filtros e pré-filtro, será executada a cimentação no espaço anelar, através de tubos de 1 ½", no intervalo do topo do cascalho até a superfície, para

proteção sanitária do aquífero.

Durante a colocação da pasta de cimento no espaço anelar, a qual não deverá ultrapassar 30 metros, por etapa (limitação do fabricante de tubos), o poço ficará cheio de fluido. Este procedimento tem como objetivo amenizar a pressão de colapso atuante no revestimento.

### **Remoção de Possíveis Danos à Formação**

A operação de limpeza terá início após a instalação do pré-filtro, com a injeção de um tampão de ringfree (polímero) ou hexametáfosfato de sódio, cobrindo toda zona de interesse do aquífero, em concentração de 3 litros/m<sup>2</sup> ou 8 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Aguardar-se-á 6 horas de reação química a fim de que este produto remova possíveis danos provocados à rocha produtora durante as operações realizadas no poço.

### **Desenvolvimento do Poço**

Após a injeção do polímero ou hexametáfosfato de sódio, prosseguirá as operações de desenvolvimento, de acordo com a seguinte seqüência operacional:

- Substituição de todo fluido de perfuração por água limpa, através de circulação direta, com a coluna de perfuração com sua base próxima ao cap do revestimento e descartando o fluido em dique na superfície.
- Desenvolvimento com compressor pelo método AIR LIFT, com a utilização de um compressor de ar DRESSER INDUSTRIAL, modelo 256 SDS pressão de trabalho de 140 psi, vazão de ar de 500 cfm, sendo a coluna de injeção de ar constituída por tubos galvanizados de 1". A coluna de descarga de ar será a própria coluna de revestimento. Essa operação poderá ser realizada utilizando-se o método de fluxo e refluxo, com bombeamentos alternados e com paralisações de 15 em 15 minutos.
- Após o desenvolvimento, o poço será ser desinfetado através de uma solução de hipoclorito de sódio, com concentração de 210 mg/L.

## **9. MEDIDAS DE CONTROLE DO MEIO AMBIENTE**

No cumprimento das regulamentações sobre o meio ambiente durante a construção do poço será utilizado, para descarte do excesso de fluido e seus efluentes, um dique impermeabilizado. No decorrer da perfuração este reservatório poderá receber recobrimentos e compactações de rochas.

NA conclusão da perfuração esse recobrimento será de pelo menos 60 cm de espessura e com a respectiva compactação. Após o aterro, na medida do possível, a área sobre o dique poderá ser gramada, o que melhorará em muito a paisagem do local.

No sentido de uma melhor preservação no ambiente do canteiro de obras, no período de construção do poço, será seguido o princípio dos 3 R. R de reduzir; R de reutilizar e R de reciclar. Isto diminuirá a geração de resíduos, mediante as providências conforme descrição abaixo:

## **Reduzir**

### **- Programas de Fluidos:**

Os fluidos de perfuração e de completação serão programados de maneira que não haja excesso no seu volume de preparo e os produtos químicos serão misturados em seqüência preestabelecida, agitação e tempo suficiente para obter o máximo de rendimento.

Os programas de fluidos, além de evitar a geração excessiva de resíduos sólidos e seus efluentes, contemplarão a prevenção de contaminantes no fluido, visto que, alguns materiais durante a perfuração e completação se incorpora ao fluido despreziosamente, podendo provocar danos ao pessoal, ao equipamento e ao meio ambiente. Os contaminantes mais comuns encontrados nas operações de perfuração são: os sólidos perfurados, o cimento, os sais e os gases.

### **- Utilização de Fluidos de Baixo Teor de Sólidos:**

O teor de sólidos dos fluidos deve ser mantido nos níveis mais baixos (gerar menos resíduos) possíveis, visto que, na maioria dos casos, não há necessidades de utilização de fluidos com elevado teor de sólidos na perfuração de poços d'água.

### **- Utilização de Fluidos com Polímeros**

Serão elaborados fluidos a base d'água, com polímeros de elevado grau de pureza, altas viscosidades e atóxicos. Estes produtos visam dotar os fluidos de ótima capacidade de carreamento e controle de filtrado. Assim, estes sistemas apresentarão conteúdo de sólidos até vinte vezes menores do que os fluidos com bentonita.

## **Reutilizar**

### **- Fluido de Perduração Modificado**

As atividades de completção como condicionamento do poço, descida de coluna de revestimentos, Instalação do pré-filtro, entre outras tarefas, serão realizadas com a utilização do fluido de perfuração modificado, já disponível no poço e nos tanques de fluido, quando do término da perfuração. Este fluido deve ter as suas propriedades como: filtrado, teor de sólidos, viscosidade etc., reajustadas para os valores programados para a completção do poço, em virtude de possíveis insucessos nas operações e danos às rochas produtoras.

## **Reciclar**

### **- Reaproveitamento do Fluido de Perfuração**

Os fluidos preparados com polímero, após sua utilização, são viáveis economicamente o seu reuso em outro poço. Para isto, o valor do transporte por metro cúbico do fluido mais o investimento no seu tratamento não pode ultrapassar o valor total dos produtos químicos utilizados no preparo de 1 metro cúbico do fluido.

Se existir Expectativa de mais de um poço na mesma bacia geológica e adicionando-se a este fator o benefício ao meio ambiente que se tem ao deixar de fabricar este volume de fluido, este reaproveitamento será uma decisão a ser tomada sempre.

## **Eliminação de Efluentes com Óleo e Graxa**

As operações de descartes (óleo queimado), de desengraxe de peças, de máquinas e equipamentos, além de derramamentos eventuais provocados por vazamentos ou acidentes com gasolina e óleo diesel serão cuidadosamente contidas e/ou controladas ou, no caso de geração de algum destes resíduos eles serão transportados para lugares recomendados pelos órgãos de controle ambiental. Isto evitará a formação de efluentes oleosos e assim, provocar danos à flora e a fauna.

## **Controle de Emissões de Efluentes Sólidos**

Os resíduos perigosos (classe I), resíduos não inertes (classe II) e resíduos inertes (classe III), conforme classificação da NBR 1004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) serão tratados como determina esta norma.

## **Controle de Emissões de Efluentes Gasosos**

As emissões para atmosférica gerada pela sonda de perfuração e seus periféricos, isto é, processo de queima ou oxidação de combustíveis, de jateamento de superfície, movimentação de veículos, queima de resíduo, dentre outras. Terão seu controle atmosférico e sobre o pessoal, através das seguintes técnicas:

- Alteração do processo objetivando menor emissão de poluentes, por exemplo, substituição de motores de combustão interna por motores elétricos;
- Adequação da manutenção e operação de equipamentos e dos processos;
- Fazendo disposições adequadas (layout) das máquinas e equipamentos;
- Usar a ventilação natural como elemento de dispersão dos vapores gerados pelos motores a fim de amenizar os seus efeitos sobre os trabalhadores;
- Usar descargas elevadas e úmidas nos motores de combustão interna para diminuir a incidência de vapores e ruído sobre os empregados;
- Instalar equipamentos que visem à remoção dos poluentes antes que os mesmos sejam lançados na atmosfera.