

MANUTENÇÃO DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS

Walter Antonio Orsati, Almiro Cassiano Filho e Cesar Bianchi Neto¹

I. INTRODUÇÃO

O trabalho visa mostrar os problemas mais freqüentes que afetam os poços tubulares profundos com maior com maior ênfase aos perfurados em sedimentos inconsolidados e conseqüentemente sua exploração, e apresenta soluções para recuperação dos mesmos, lembramos que suas origens são de características mecânicas, hidráulicas e químicas.

Considerando a necessidade de preservação desses mananciais, em função da utilidade pública do mesmo no abastecimento de água, é de informar a importância que devemos estar atentos a todos os fatores que interferem na sua exploração, a fim de mante-lo dentro das melhores condições operacionais e por tempo indeterminado.

II. DESCRIÇÃO

1. OBSTRUÇÃO DOS FILTROS

A obstrução das seções filtrantes reflete-se em rebaixamento progressivo do nível dinâmico, sem descenso apreciável do nível estático.

Diminuição da vazão específica e o incremento da perda de carga (termo CQ^2), são determinantes na detecção do problema.

Quando não são evidentes as causas ou não foram previstas na construção, a dedução recairá em características do poço ou composição química.

2. CAUSAS DE OBSTRUÇÕES:

2.1 Acúmulo de argila, silte ou areia nos filtros e no pré-filtro - se for notado produção deste material no bombeamento e se o perfil litológico indicar sua ocorrência em trechos próximos às seções filtrantes é muito provável que a obstrução seja devida a este fato.

2.2 Subprodutos da corrosão que se depositam nas seções filtrantes e no fundo do poço - se o índice de agressividade da água for elevado; a água bombeada poderá apresentar turbidez ou presença de resíduos, o que confirmará a causa em processos avançados.

2.3 Produção anormal de areia é forte indício da corrosão.

¹ SABESP Fone: (011) 883-4261 Fax: (011) 280-2155 Rua Pe. João Manuel, 755 - São Paulo - SP
CEP: 01411 900

2.4 Os subprodutos do metabolismo bacteriano podem, também, produzir obstruções: as vezes quando se trata de bactérias de Fe, esta causa pode ser identificada por mudança na coloração da água bombeada, no entanto, na maioria das vezes é necessário uma análise especial.

3. PRODUÇÃO DE AREIA

3.1 Principal causa - corrosão e, por sua vez, indicador da existência da mesma, revelado pela produção de pré-filtro e/ou material da Formação.

3.2 Possíveis pontes intercaladas na coluna de pré-filtro, revelada pela produção de material da Formação.

3.3 Recalque do material de pré-filtro, deixando os primeiros filtros descobertos (expostos), revelação produção de material da Formação.

3.4 Ruptura da coluna de revestimento e filtros, geralmente nas juntas; revelada pela produção de material da Formação e pré-filtro.

3.5 Se nenhuma das anteriores estiver ocorrendo poderá estar relacionada ao alargamento das aberturas dos filtros por corrosão/abrasão.

obs.: a detecção destas rupturas pode ser feita através de endoscopia ou com o emprego de pistão com caneca acoplada, a 0,50 m abaixo das borrachas por 30 min. cada seção.

4. DEFEITO NO EQUIPAMENTO

Os defeitos nos equipamentos de bombeamento mascaram a verdadeira natureza do problema, induzindo a conclusão equivocadas quanto á existência de problemas no poço.

Diminuição de vazão acompanhada de leve ascenso do nível dinâmico

4.1 Falhas mais comuns

- desregulagem do conjunto de motores e demais partes da bomba - causa desgaste por abrasão nos rotores, devido á presença de ar ou gases na água (rotores “pipocando”).
- furos no tubo de descarga - produzido barulho de “cachoeira”.
- perdas de submergência em compressores
- perda de sucção nas bombas de eixo prolongado, com interrupção na descarga.

Freqüentemente estas falhas refletem-se em aquecimento anormal dos motores e consumo excessivo de energia elétrica ou combustível.

5. QUEDA DE PRODUÇÃO E DIMINUIÇÃO DA VAZÃO.

5.1 Causas de Queda de Produção.

- taxa de bombeamento superior á taxa de recarga do aquífero
- taxa de bombeamento superior ao limite de produção do poço
- interferência provocada por poços vizinhos
- obstrução das seções filtrantes.

5.2 Detecção

- queda do nível estático progressiva e permanente
- queda acentuada do nível dinâmico sem queda significativa de nível estático, resultando em rebaixamento excessivo do poço. Para confirmar este rebaixamento se realiza um novo teste de produção e verifica-se o ponto crítico foi ultrapassado.
- oscilações bruscas e irregulares dos níveis da água, durante o controle de operação.
- se nenhuma das três acima estiver ocorrendo, a investigação deve ser voltada para possível obstrução dos filtros ou fundo do poço.

A diminuição de vazão sem que haja modificação apreciável dos níveis da água, é, geralmente, causada por defeitos no equipamento de bombeamento.

Poços perfurados em rocha Cristalina: a queda de vazão, geralmente está associada ao “esgotamento” parcial de uma ou mais zonas aquíferas (fraturas), devido ao mecanismo restrito de circulação da água no decorrer da exploração- a detecção se orienta pelo exame da curva de recuperação, cuja conformidade é geralmente anômala.

6. Problemas de qualidade da água

Na exploração podem surgir problemas de corrosão ou incrustação no poço, no aquífero e no sistema de bombeamento geralmente causadas por mudanças nas características físico-químicas e bacteriológicas da água. Essas modificações podem estar associadas a:

- influencia das condições de bombeamento, alterando o equilíbrio físico-químico.
- expansão do cone de rebaixamento, atingindo zonas com águas de composição diferente.
- incrementos acentuados de recarga no aquífero.
- contaminação produzida durante a operação e manutenção do poço.

As modificações nas características físicas da água, podem em alguns casos ajudar o diagnóstico do problema:

6.1 Presença de Coloração

A maioria das vezes o processo de obstrução apresenta os seguintes características de cores

- cor vermelha e ferrugem - presença de compostos de Ferro e/ou bactérias do Ferro, indicando provável incrustação.
- marrom e parda - presença de bactérias redutoras ou de compostos de manganês: em regiões de mangues indicam a presença de matéria orgânica combinada com tanatos e gelatos.
- águas amarelas - compostos derivados de oxido de Ferro, que podem ser produtos da corrosão .

6.2 Odor e Gosto:

A presença de odor e gosto característicos poderá estar ativando processos de corrosão ou de incrustação com indícios da presença na água de:

- microorganismos
- gases dissolvidos - gás sulfúrico, metano, dióxido de carbono ou oxigênio.
- substâncias minerais - cloretos, compostos de Ferro, carbonatos, sulfatos e Fenóis.

6.3 Variações de Temperatura:

Nas águas subterrâneas podem acentuar o desenvolvimento de processos de deterioração de poços; provocam um decréscimo da viscosidade da água com incremento da difusão de O_2 , ativando o processo de corrosão. O aumento de temperatura entre 4 a 5°C duplica o potencial de corrosão da água.

6.4 Condutividade específica:

A condutividade esta relacionada diretamente ao teor de sólidos dissolvidos(TSD) na água, qualquer incremento é um acelerador da corrosão, se agravando quando o parâmetro é maior que 1000 mg/l. Esta também associado ao aumento do teor de cloretos, principalmente em areias litorâneas ou semi-áridas, o que aumenta a probabilidade de corrosão.

6.5 Turbidez:

- poços antigos: problemas mecânicos como colapso de seções filtrantes.
- poços novos: falta de desenvolvimento.

Atividades bacterianas: acarreta quase sempre problemas de incrustação e/ou corrosão em poços, detectadas por análises específicas.

6.6 Composição Química.

Pode definir, mas não é uma regra para decidir se a água é incrustante ou corrosiva.

Análise para determinação de probabilidade de incrustação

- Dureza temporária
- Dureza permanente
- Alcalinidade carbonato
- Alcalinidade bicarbonato
- Alcalinidade hidróxido
- pH
- cálcio
- sódio
- magnésio
- manganês
- sulfato
- Ferro total
- cor
- turbidez

- águas muito duras, com mais de 300 mg/l de CaCO_3 e fortemente bicarbonatadas, com alcalinidade superior a 250 mg/l de CaCO_3 são potencialmente incrustantes. De modo geral águas com pH acima de 7,5 ou teores de Ferro e/ou manganês acima de 1 mg/l podem produzir incrustações.
- águas de baixa salinidade, baixa alcalinidade, baixa dureza, baixo pH e elevado teor de CO_2 , são potencialmente corrosivas.

Essas duas propostas não são regras definitivas para a definição de corrosão ou incrustação; a investigação deve levar em consideração fatores associados como características construtivas, condições hidráulicas e o regime de bombeamento.

As águas subterrâneas movem-se no aquífero em condições de fluxo laminar lento, estando normalmente saturadas de carbonato de cálcio em equilíbrio com uma certa quantidade de CO_2 dissolvido. Qualquer mudança nestas condições rompe o equilíbrio, dando origem à precipitação pela perda de CO_2 .

Quando a água é bombeada provoca-se rebaixamento de modo a produzir a pressão diferencial necessária para gerar o fluxo do poço. Essa diferença de pressão favorece a liberação de CO_2 que, dependendo do ambiente, precipitará o carbonato de cálcio nas vizinhanças do poço, no pré-filtro e/ou nas seções filtrantes.

Poços com maior rebaixamento são mais susceptíveis a incrustação, tanto pela liberação de CO_2 como pelo maior trecho aerado que favorece a precipitação de Ferro. Dependendo do ambiente pode ocorrer a corrosão.

7. INCRUSTAÇÃO QUÍMICA

Incrustação química consiste na precipitação e deposição do material nas seções filtrantes, no pré-filtro, no próprio aquífero, na bomba e até nas tubulações; o material é principalmente constituído por carbonato de cálcio acompanhado de silicato de alumínio, sulfato de Ferro e outros minerais contidos no aquífero.

Explicação da incrustação pela teoria eletro-cinética:

- com o bombeamento o fluxo de água incrementa o fluxo de potencial eléctrico que atua como catalisador nas reações.
- se desenvolve nas superfícies metálicas quando estas estão carregadas negativamente.

Primeiros sintomas de incrustação; aumento de consumo de energia da bomba, com perda da eficiência.

8. CORROSÃO QUÍMICA

A **corrosão química** resulta de reação química ou eletroquímica da água em contato com superfícies metálicas.

Todas as águas subterrâneas são quimicamente ativas e tem características de eletrólito, tornando assim a ocorrência deste fenômeno provável em qualquer estrutura de extração de água subterrânea

A corrosão de natureza química relacionada á presença de CO_2 , O_2 , ácidos orgânicos e sulfetos de Ferro, provocam diminuição da espessura da estrutura metálica.

8.1 Corrosão Eletroquímica

A corrosão eletroquímica se produz basicamente por:

- corrosão seletiva - um componente da liga metálica é removido (ânodo), deixando o outro enfraquecido (cátodo) e, por isso, eventualmente receptor dos produtos de corrosão.
- corrosão bimetálica: produzida pela geração de correntes elétricas no meio condutor em contato com dois metais diferentes; é o caso de poços com filtros de material diferentes do revestimento ou soldas de metais diferentes.

A identificação de corrosão é muito difícil antes que a situação se agrave.

A aplicação de fios de cobre para prender os cabos de bombas provocam corrosão seletiva (deszincificação).

A turbulência junto a bomba e na própria bomba provocam um maior escapamento de gases, provocando corrosão mais rápida e severa na bomba e tubo de descarga.

III. METODOLOGIA

1. RECONDICIONAMENTO DOS POÇOS.

Obstrução de natureza mecânica - resultado da colmatagem de filtros e deposição de materiais.

Método recomendado: pistoneamento com pistão de válvula; pode-se empregar um polifosfato 20 kg/500 l de água no poço, agitar por 3/2 horas e iniciar o pistoneamento.

- Queda de vazão ou produção: problemas de natureza hidráulica - tornar a operação adequada.
- sem caimento evidente de nível de água - problemas com o equipamento.

2. PREVENÇÃO DA INCRUSTAÇÃO

Não é possível evitar por completo, mas é possível atenuar os processos através das seguintes medidas:

- reduzir a vazão bombeada, com menor rebaixamento possível e aumento de tempo de operação.
- se houver déficit de volume - perfurar outros poços
- efetuar limpeza e tratamento periódico

3. TRATAMENTO DA INCRUSTAÇÃO

Para se efetuar um tratamento eficaz da incrustação é necessário conhecer a sua composição, procedendo a uma análise do material e comparando com a análise da água. O material pode ser coletado por raspagem das seções filtrantes, se o material contiver predominantemente carbonato de **cálcio** ou **magnésio** e hidróxido de ferro. O tratamento mais adequado é com ácido clorídrico ou com ácido sulfâmico.

Se o material da amostra contiver 20% ou mais de composto de Ferro ou **manganês**, é provável que ocorra um processo combinado de incrustação e corrosão; quando a razão do hidróxido de Ferro para sulfato de Ferro é maior que 3:1, indica a existência de bactérias redutoras de sulfatos. Neste caso o tratamento se faz com alternância de aplicações de ácidos e de cloro, conforme a seguir sugerido.

3.1 Tratamento com ácido muriático: (modelo proposto pelo manual DAEE)

Utiliza-se uma mistura ácido + inibidor na proporção de 100 g de inibidor para cada 100 l de ácido.

Volume proposto - calcula-se o volume de água necessário em cada seção filtrante; o volume necessário de ácido é o dobro do de água.

Para poços rasos:

- descer uma tubulação de PVC de 1" até a base do filtro inferior
- verte-se a solução no tubo, por meio de um funil, em seguida ergue-se lentamente o tubo até a parte superior do filtro.

- repete-se em todas as seções.
- deixa-se agir de 1 a 6 horas -depende do grau da incrustação.
- pistoneia-se o poço durante 1 hora ou realiza circuito fechado com ar comprimido.
- retirar a solução através de bombeamento com ar comprimido até a água sair limpa e pH próximo ao da água antes da acidificação.
- teste de produção, caso necessário repetir o processo.

Para poços profundos:

- utilizar circuito fechado com emprego de bomba centrífuga ou de pistão ou bombeamento com emprego de compressor.
- Demais etapas manter as mesmas de utilização em poços rasos

3.2 Acidificação segundo SEBEP (**Serviços Brasileiros Especializados Em Petróleo S/A**)

Proporções: 1 m³ de água dentro do poço - 156 l HCl- 33% (ácido muriático) - 14 Kg de marilon ou polifosfato.

- densidade à 26° C = 1,045
- pH à 26° = 0,15
- 7,05% de HCL e marilon ou polifosfato

Resultando em solução de ácido HCl 5%

3.3 Acidificação segundo DRESSER

Proporções para solução:1 m³ de água - 375 l Hcl - 33% (ácido muriático) - 5,6 Kg de Weell Clean - 4,7 kg de Inicorr 1100 (inibidor).

Resultando em solução de ácido HCl 10%

O volume de solução é o dobro do volume do trecho á ser acidificado, neste caso considerar o volume compreendido entre o topo da primeira seção filtrante até a base do ultimo filtro.

3.4 Procedimentos básicos á serem seguidos na utilização de soluções á base de ácidos.

Antes de iniciar a acidificação realizar bombeamento ou injeção de água limpa, para limpeza de trecho á ser acidificado.

Para manuseio da solução, o pessoal deve observar normas de segurança para produtos corrosivos, usando equipamentos de segurança adequados.

Toda etapa de acidificação deve ser acompanhada por químico habilitado, que disponha de laboratório para analisar os resultados das aplicações; o pH é fator determinante da operação.

O numero de acidificações será definido pelo resultado de cada aplicação e deve ser proporcional ao grau de incrustação existente.

Injetando a solução, deslocar com água limpa e retirar a coluna.

Após um período de 6 horas retirar a solução através de bombeamento com ar lift, ou injeção de água limpa; caso se execute bombeamento é possível avaliar o resultado da acidificação.

O tempo de contato da solução depende diretamente, do grau de incrustação e porcentagem final de ácido na solução.

3.5 Tratamento com polifosfatos (**modelo proposto pelo manual DAEE**)

- dispersam argilas, lodos, óxidos e hidróxidos de ferro e manganês.

Comumente utiliza-se o dispersante com adição de Hipoclorito .

Dosagem - 20 kg de polifosfato para cada 500 l de água no poço.

- Agitação - por 1 hora e repouso por 3 horas.

Desenvolver através de jateamento as seções filtrantes com emprego de bomba de pistão de alta pressão, com solução dispersante a base de hexametáfosfato de sódio e Hipoclorito de sódio.

Concentração proposta: (modelo utilizado atualmente pela SABESP) 20 a 50 kg de hexametáfosfato de sódio para cada m³ de água dentro do poço e 1 litro de Hipoclorito de sódio a cada 10 Kg de dispersante aplicado.

Exemplo:

Volume de água no poço: 22 m³

22 x 20 = 440 Kg de hexametáfosfato de sódio

1 x 44 = 44 l de hipoclorito de sódio

Na utilização deste processo é necessário agitações periódicas; após o jateamento de todas as seções filtrantes, voltar a ferramenta ao fundo e realizar agitação a cada 4 h, com o emprego de bomba de lama ou ar comprimido. Após 48 horas bombear o poço para retirada da solução dispersante. Se ocorrer desenvolvimento com acentuada produção de turbidez, repetir a operação.

Desincrustação de zonas fraturadas - as fraturas e outras aberturas em poços de cristalino também estão sujeitas à incrustação.

Deve proceder a operação semelhante a poços com filtros, com emprego de pistoneamento vigoroso dentro do tubo de revestimento ou tubo de boca na falta de revestimento

Empregar solução dispersante ou ácido e pistonear por 20 a 30 minutos, seguidos de descanso por 1 hora, com duração total de 8 horas e remoção do material com caçamba ou compressor.

3.6 Tratamento com Acido Citrico aditivado “EASY CLEAN/ Well Clean”

Antes de iniciar o processo medir o pH e os níveis de água.

- proporção 8 kg/m³ de água no poço
- aplicar em circuito fechado com bombeamento por ar comprimido para homogeneização; medir o pH, que deve estar em torno de 1 a 2 .

- Deixar agir por 24:00 hs
 - Se o pH mantiver-se o mesmo ou seja entre 1 -2 , não ocorreu reação; bombear a solução para fora
 - Se o pH voltar ao normal, pH anterior, aplicar novamente e baixar o pH novamente.
- Repetir por 24 horas o processo e bombear para fora
- Fazer um teste expedito para verificar os resultados obtidos; caso não sejam satisfatórios empregar outro dispersante.
- O processo de aplicação é similar ao de acidificação.

3.7 Tratamento com cloro

Eficaz para evitar crescimento bacteriano e depósitos de lamas de ferro.

As concentrações devem ser altas (200 a 500 mg/l de cloro livre) - fontes: Hipoclorito de cálcio ou sódio.

Aplicação - igual a do ácido.

Agitação por 1 hora e repouso por 2 horas.

4. LIMPEZA E DESINFECÇÃO

Uma vez por ano e sempre que for realizada uma troca de equipamento é necessário a execução de uma limpeza e desinfecção, ou seja:

- remover com caçamba ou compressor os resíduos de fundo, restabelecendo a profundidade original.
- pistonear com pistão de válvula a baixa velocidade (30 batidas por minuto) durante 2 ou 3 horas e verificar os resultados com limpeza de fundo.
- fazer limpeza da bomba, tubos e cabos.

Desinfecção - utiliza-se comumente Hipoclorito de cálcio ou sódio; se porventura a água do poço tiver teor de **cálcio** acima de 300 mg/l deve-se utilizar apenas o hipoclorito de sódio.

Concentração proposta: $50 \text{ g/m}^3 = 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mg/l}$.

1 litro de hipoclorito de sódio 10% - 100 g de cloro ativo

Em casos extremos a concentração pode passar para - 100 mg/l.

Cálculo do volume de água no poço - fórmula aproximada - $V = \frac{d^2}{2} \cdot h$, onde:

V = volume de água em m^3 ,

d = diâmetro do poço em polegadas e

h = comprimento da coluna d'água em metros.

Efetuar a desinfecção com equipamento instalado.

Verter a solução e após 30 minutos ligar a bomba em circuito fechado, após 2 horas, medir o teor de cloro, caso seja inferior a concentração requerida, adicionar mais.

Deixar a solução agir por 6 horas e bombear para fora.