8.
Modelo Analítico de Willson.

Os modelos analíticos de processos de produção de sólidos podem ser divididos em duas categorias principais, aqueles baseados no critério de falha por tração e aqueles baseados em ruptura por cisalhamento. O primeiro grupo, geralmente assume que uma pressão de fluxo critica ou *drawdown* será o suficiente para romper a rocha por tração. Esse modo de falha identifica-se mais em materiais relativamente não cimentados. O uso prático, tem sido mais em prever o *drawdown* sem considerar a diminuição da pressão do reservatório, fazendo o método pouco pratico para modelagem no tempo.

O modelo analítico de Willson relaciona a resistência efetiva da rocha com as tensões principais in *situ* assumindo comportamento linear-elástico aplicado a um elemento da formação próximo ao furo. O furo pode ser o poço (no caso de poços sem revestimento) ou o túnel canhoneado (no caso de poços revestidos). A orientação do poço ou canhoneio é tomada em conta transformando as tensões in *situ* perpendiculares ao furo. A resistência efetiva da formação é determinada por correlações ou medidas de laboratório da resistência do cilindro de parede espessa (ensaio do cilindro oco).

O maximo *Critical Bottom Hole Flowing Pressure*, *CBHFP,* calculado no intervalo, determina o maximo (critico) *drawdown* permissível (*CDP*). O *Critical Drawdown Pressure* vai ser função da pressão do reservatório, sendo então função da depleção do reservatório.

8.1.
Definição do modelo

O modelo utiliza os seguintes parâmetros:

- Tensões in *situ*
- Poro-pressão
- Constante poro-elástica de Biot (função da relação de Poisson)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0711189/CA

- Resistência equivalente da formação

Todos os parâmetros foram em sua maioria definidos em capítulos anteriores, só o ultimo listado é novo na definição deste trabalho.

A resistência equivalente da formação, definida pelo termo *U,* tem uma relação direta com a resistência do cilindro de paredes espessas ou *TWC,* já que o ensaio não representa diretamente a pressão de colapso das condições de poço. A equação que determina dita relação se mostra a seguir.

$$U = 2\ FC\ TWC \tag{8.1}$$

Onde

$FC =$ *fator de correção*

Os dois primeiros termos da equação corrigem as transformações do laboratório a condições de campo assim como a resposta de falha a qual é atribuída à relação OD:ID quem é muito pequena em amostras de laboratório o que faz influenciar a verdadeira resistência que ocorre no campo.

Existe uma grande influencia da relação OD/ID no valor do TWC. A figura 64 tirada de Willson (2002) mostra os resultados os quais comparam o fator da resistência relativa em amostras de grandes dimensões (OD/ID=14) com aquelas de menor escala (OD/ID=3) que são conhecidas como amostras de tamanho padrão.

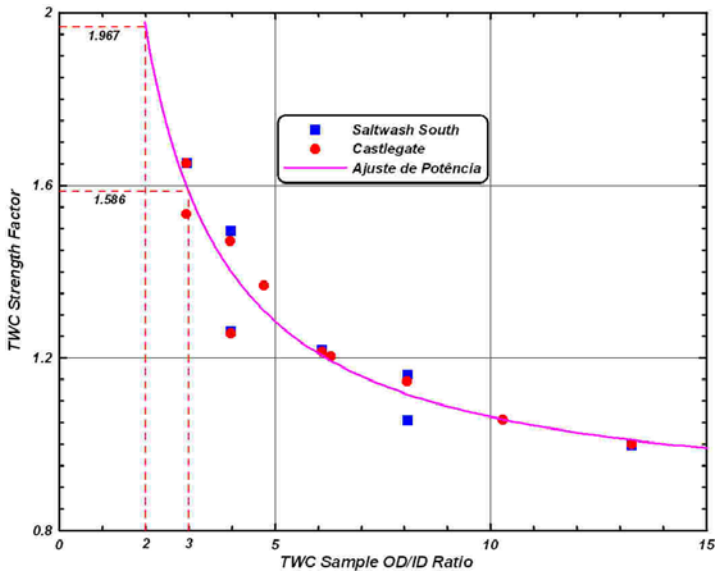

Figura 66.- Relação do fator de resistência em função da relação de diâmetros das amostras de cilindro de parede espessa

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0711189/CA

Como foi justificado no capitulo 5, para os arenitos ensaiados no presente trabalho, houve necessidade de se fazer uma modificação da relação OD:ID. Assim foi necessário utilizar o gráfico acima para obter o novo valor de correção para a determinação da resistência equivalente da formação.

Forem simulados dois casos, o mais critico, o qual em este caso refere-se ao túnel canhoneado em direção às tensões horizontais mínimas e o pior cenário o canhoneio em direção às tensões horizontais máximas

Os detalhes da formulação são apresentados no Apêndice B. Os resultados estão resumidos na figura 67.

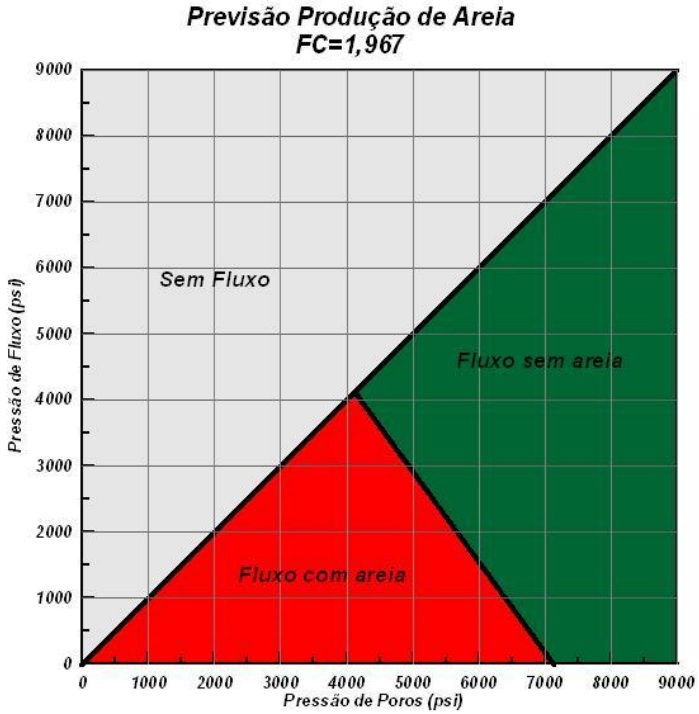

Figura 67.- Previsão da produção de areia a partir do modelo analítico de Willson

A figura 67 mostra o resultado do cenário menos favorável, onde o valor do *CBHFP* é muito baixo (valor negativo) o que quer dizer que, pode ser imposto qualquer valor de *drawdown* e a probabilidade de ter produção de areia será pequena.

Na figura, também se observa o valor do *Critical Drawdown Pressure, CDP,* definida quando a pressão do fundo iguala à pressão do reservatório na condição depletada. Para este caso, o valor obtido é de 27,87 (Mpa) / 4125 (psi). Isto quer dizer que esta seria a pressão mínima para a qual é possível a produção sem probabilidade na produção de areia.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0711189/CA

Pode-se observar que se houver um decréscimo da pressão do reservatório abaixo de 34 (Mpa) / 5000 (psi), a janela de trabalho de *drawdown* ficará menor, sendo que, com pressões de fluxo menores a 20 (Mpa) / 3000 (psi) já entraria na área critica.

Comparando os resultados com o comportamento de produção de areia no campo, conclui-se que o modelo não se ajusta à realidade da área.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0711189/CA