

## 5 Discussão de resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados da estimativa das pressões de poros pelas duas metodologias aplicadas nesta pesquisa. Primeiro se apresentam os resultados da metodologia de (EATON, 1975), e em seguida são apresentados os resultados da metodologia de modelagem de bacias de (Borge, 2000). Igualmente, se apresenta uma análise de incerteza dos resultados e as principais fontes de erros que podem estar presentes nos modelos de estimativa das sobrepressões.

### 5.1. Resultados dos modelos de pressão. Metodologia de (Eaton,1975)

Para as análises de pressão de poro foram utilizados dados de oito (8) poços de petróleo perfurados na bacia, Figura 5.1. Porém, no poço P8 não foi possível fazer as estimativas de pressão por falta de dados de perfil sônico. Nesse caso o poço foi usado para ter maiores informações da densidade da lama usada na região.

#### 5.1.1. Resultados poço P1

O poço P1 está localizado na área mais rasa da bacia. Este poço não apresentou problemas significantes durante a perfuração de acordo com os boletins de perfuração consultados. Nele foram feitos testes de formação cujos resultados podem ser observados na **Tabela 3**. O perfil de pressão de poros estimado pelo método de (Eaton, 1975) se mostra na **Figura 5.2** Figura 5.2 – Pressões de poro pelo método de (Eaton, 1975) para o poço P1.. Na coluna 1 são detalhadas as principais idades geológicas que o poço perfurou. Na coluna 2 em vermelho apresenta-se o perfil *caliper* que ilustra o estado da parede do furo e em rosa o diâmetro do poço. Na coluna 3 se apresenta a interpretação litológica usada para filtrar os dados que foram usados na estimativa do perfil de pressão de poros.

Na coluna 4 observa-se o grau de argilosidade estimado pela eq.(4,2). A coluna 5 traz o perfil de densidade (em rosa) usado na estimativa da tensão de sobrecarga ( $S_v$ ). Na coluna 6 é apresentado de verde o perfil de tempo de trânsito do som (us/ft) e de roxo a tendência normal do som descrita pela eq.(4.4). Na coluna 7, se apresenta com a linha descontínua azul a estimativa das pressões usando a metodologia de (EATON, 1975) bem como, a interpretação do autor para o perfil de pressão, com a linha contínua azul. Além disso, a linha contínua em cor rosa representa a densidade da lama, e os círculos vermelhos representam os testes de pressão que foram feitos no poço. Finalmente, Na coluna 8 apresentam-se algumas notificações de presença de gás na lama de perfuração, os quais condizem com a interpretação de baixas pressões. A variação de pressão neste poço foi entre 8,33 ppg e 10 ppg.

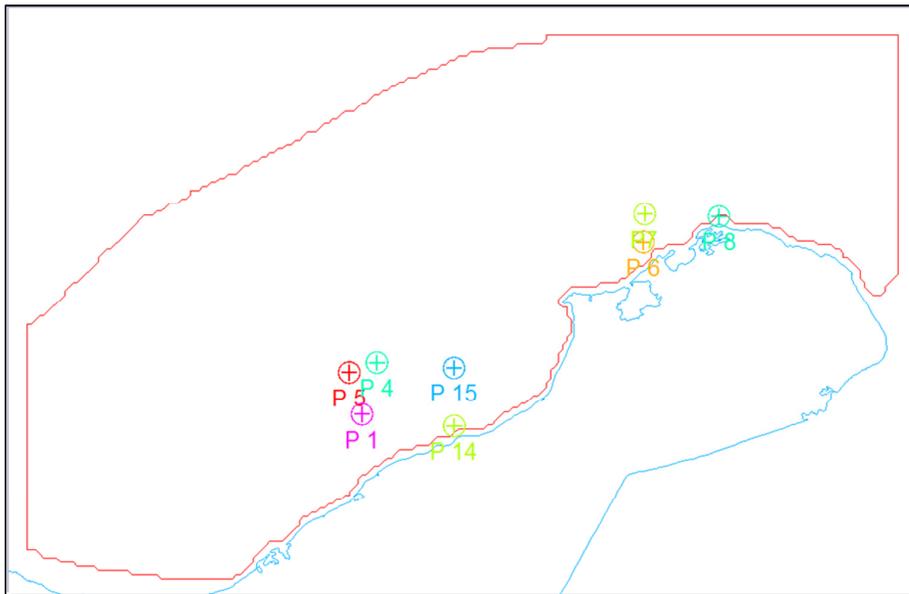


Figura 5.1 – Poços disponíveis na área em estudo.

Tabela 3. Testes de formação no poço P1.

Testes de pressão					
poço 1	tvd(ft)	Pressão (psi)	Pressão (Psi/ft)	Pressão (Ppg)	Pressão Eaton (Ppg)
	5355	2526.5	0.472	9.07	9
	5323	2189	0.411	7.91	9

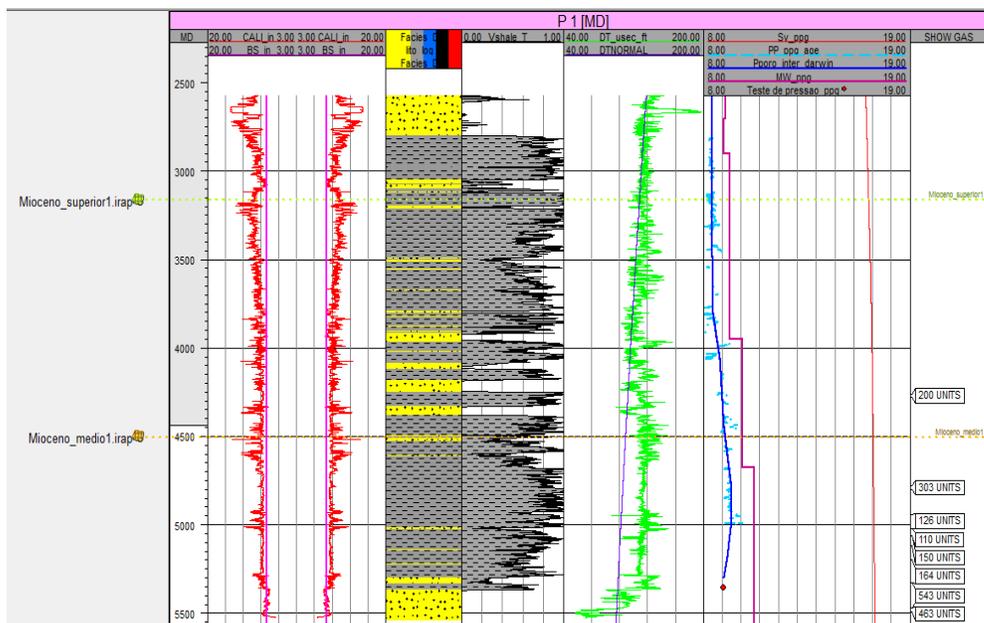


Figura 5.2 – Pressões de poro pelo método de (Eaton, 1975) para o poço P1.

### 5.1.2. Resultados poço P4

De forma similar ao poço 1, no poço 4 não foram experimentados problemas de perfuração nem problemas relacionados com sobrepressões, a densidade da lama máxima utilizada foi 10.3ppg. O modelo de pressão pela equação do Eaton concorda com essa condição de pressões baixas como mostra a Figura 5.3, onde a interpretação do perfil de pressão não passa os 10 ppg.

### 5.1.3. Resultados poço P5

Os principais problemas do poço foram relacionados com aumento de cavings, mesmo com perdas de fluido no reservatório. A densidade máxima da lama usada foi 11 ppg, mas o incremento foi realizado para controlar a estabilidade do furo. A Figura 5.7 apresenta o perfil de pressão estimado pelo método do Eaton, neste poço pode-se observar uma dispersão importante nos dados, isso pela dispersão que o perfil sônico apresentar.

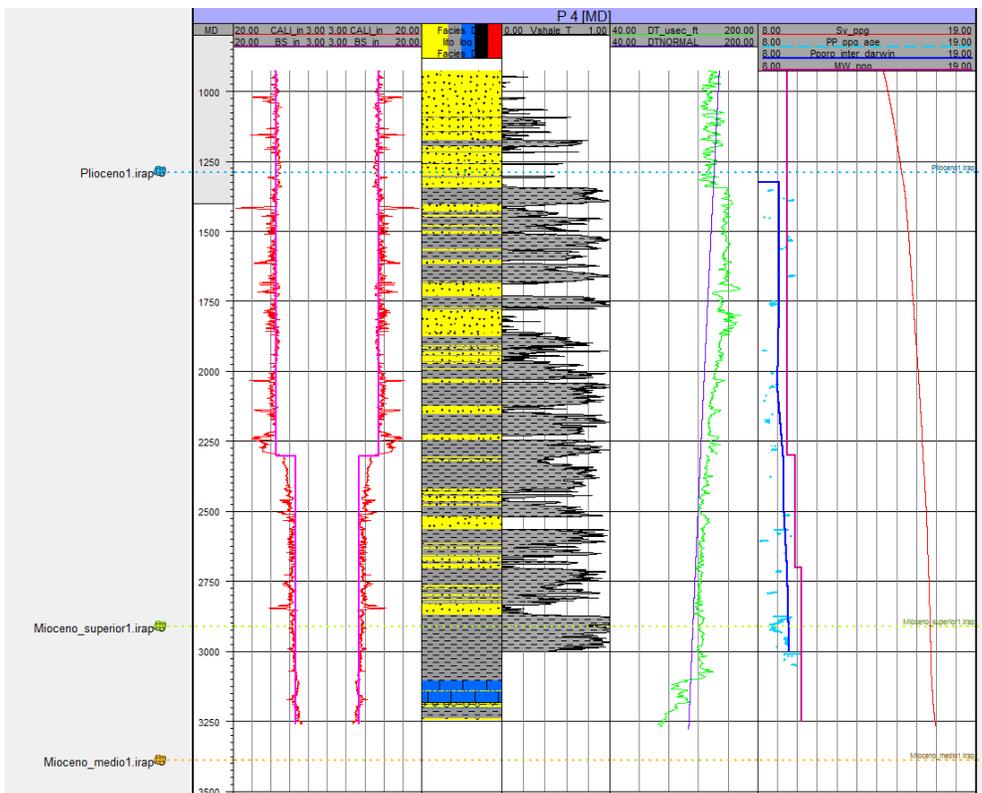


Figura 5.3 – Pressões de poro pelo método de (Eaton, 1975) para o poço P4.

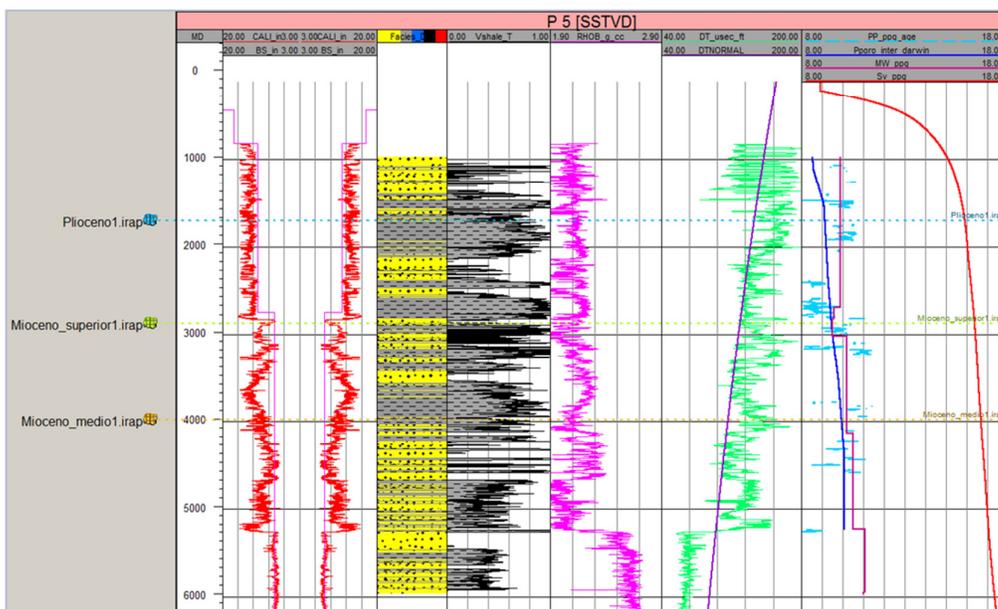


Figura 5.4 – Pressões de poro pelo método de (Eaton, 1975) para o poço P5.

#### 5.1.4. Resultados poço P6

Os principais eventos do poço foram quantidades importantes de gás na coluna de perfuração entre 2727ft e 5870ft. A Figura 5.5 mostra que o modelo de pressão estimado pelo método de Eaton representa de forma adequado a mudança no regime de pressão observado desde 2500 ft de profundidade, porém, quantitativamente os valores de pressão são subestimados se comparado com a densidade da lama usado para diminuir o gás na coluna de perfuração (13.8 ppg).

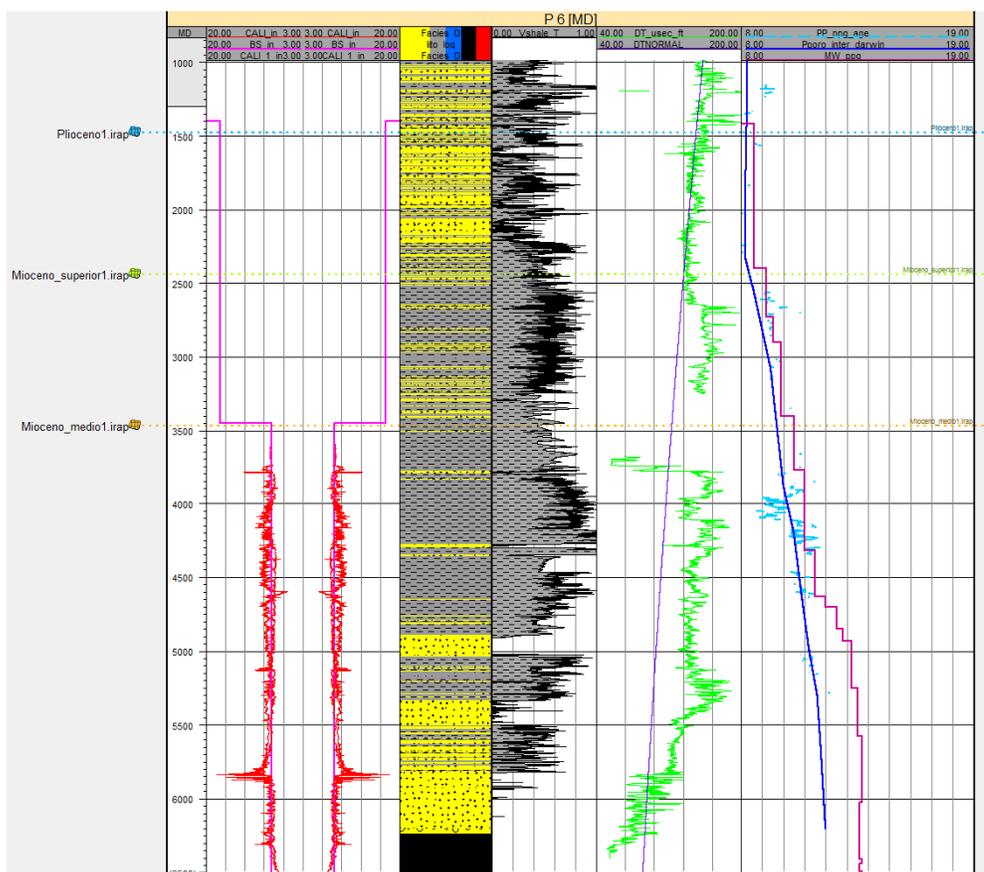


Figura 5.5 – Pressões de poro pelo método de (Eaton, 1975) para o poço P6.

#### 5.1.5. Resultados poço P7

O poço P7 mostrou um claro contraste nas pressões de poros como se observa nos testes de pressão da Tabela 4. A Figura 5.6. apresenta os dados do modelo de pressão pelo método de Eaton, mesmo os eventos que foram

observados durante a perfuração. Esse poço teve graves problemas associados às sobrepressões, como gases de conexão (quadrados vermelhos na coluna da direita), influxos (quadrados azuis), e perdas de fluidos de perfuração pelo elevado peso da lama usado. Os resultados da estimativa das pressões usando a metodologia de (Eaton, 1975) mostraram de maneira acertada a principal variação na pressão na profundidade de 4000 ft, depois da qual se apresentaram todos os problemas mencionados anteriormente. Porém, quantitativamente a predição do modelo mostrou que a máxima pressão esperada era de aproximadamente de 14 ppg, como mostra a linha azul na coluna das pressões, porém, o poço precisou de densidade da lama acima dos 16ppg.

Tabela 4. Testes de formação no poço P7.

Testes de pressão				
poço	tvd(ft)	Pressão (psi)	Pressão (Psi/ft)	Pressão (Ppg)
poço 7	9875	8436	0.854	16.43
	9810	8333	0.849	16.34

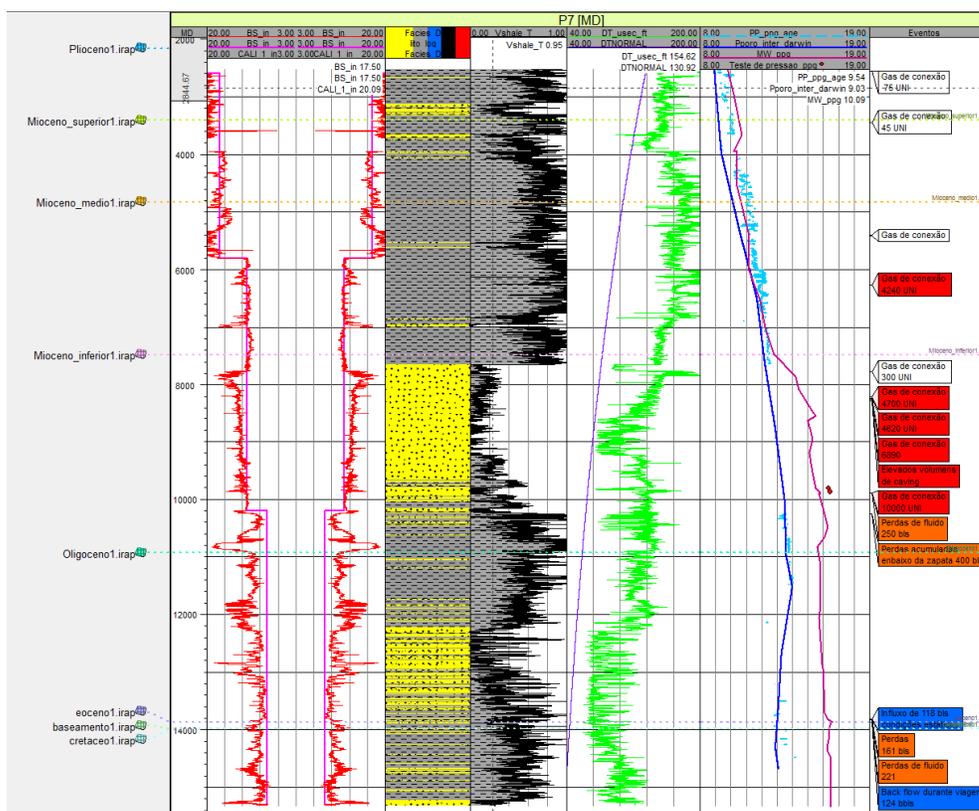
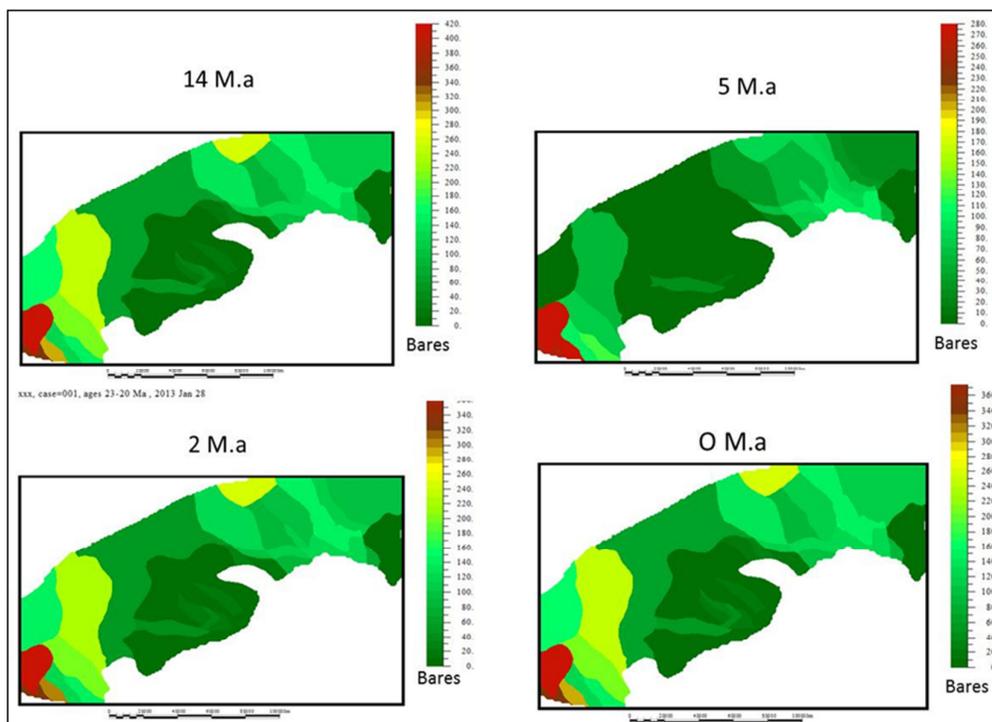


Figura 5.6 – Pressões de poro pelo método de Eaton para o poço 7.

## 5.2. Resultados dos modelos de pressão pelo método de modelagem de bacias

Utilizou-se a metodologia de modelagem de bacias proposta por (Borge, 2000) para realizar estimativas de sobrepressões em toda a Bacia, o que permitiu identificar diferentes áreas de sobrepressão. Além disso, a modelagem final permitiu observar a evolução das pressões nos últimos 14 milhões de anos. A Figura 5.7 apresenta a evolução na distribuição das pressões para toda a Bacia de Guajira, para o topo do horizonte Mioceno Inferior. Neste modelo pode-se observar que as maiores sobrepressões apresentam-se ao sudoeste da Bacia, na subbacia denominada “Rancheria”, onde as sobrepressões alcançam valores de 420 bares (42 Mpa). Os menores valores de sobrepressão estão entre 0 até 50 bares (0 - 5 Mpa), e apresentam-se na zona da plataforma onde estão localizados os poços P1, P4, e P5. Adicionalmente identificou-se uma zona de sobrepressões ao nordeste da bacia onde se encontram localizados os poços P6 P7, e P8. Nesta zona as sobrepressões alcançam entre 110 e 150 bares (11 e 15 Mpa ).



**Figura 5.7** – Evolução das sobrepressões nos últimos 14 M.a na Bacia de Guajira.

### 5.2.1. Sensibilidade das variáveis no resultado da modelagem de pressões

Com o objetivo de analisar a sensibilidade das variáveis nos resultados da estimativa das pressões pelo método de modelagem de bacias, foram rodados diversos exemplos com diferentes dados de entrada.

A primeira sensibilidade dos resultados foi realizada variando o modelo de falhas da região, Figura 5.8. Nessa ilustração, a parte superior representa o modelo que inclui todas as falhas que afetam as unidades embaixo do Mioceno Inferior (Figura 4.11), incluindo o embasamento. Na ilustração inferior da Figura 5.8, apresenta-se o modelo rodado sem as falhas que afetam o embasamento só. A principal variação foi observada na parte nordeste da bacia onde a variação do modelo de falha gerou variações aproximadas de 5 Mpa. Essa zona da Bacia se caracteriza por ter profundidades maiores do que 7000 ft para o Mioceno Inferior, enquanto que as zonas mais rasas (cor verde escuro) não apresentaram variações significantes com a variação do modelo de falhas.

A Figura 5.9 apresenta dois modelos nos quais foi testada a influência da profundidade de acumulação (*ACC*) para a bacia. Neste modelo a variação em termos de sobrepressão não ultrapassou 2 Mpa, o que significa que para as condições da bacia, este parâmetro não afeta de maneira importante os resultados de sobrepressão.

De maneira similar à variação do modelo de profundidade de acumulação, foram rodados modelos com a variação da profundidade do selo, assim como com a ativação do modelo de transformação mineral, a ativação do modelo de compactação química. A variação destes parâmetros não gerou modificações significantes no resultado de sobrepressões.

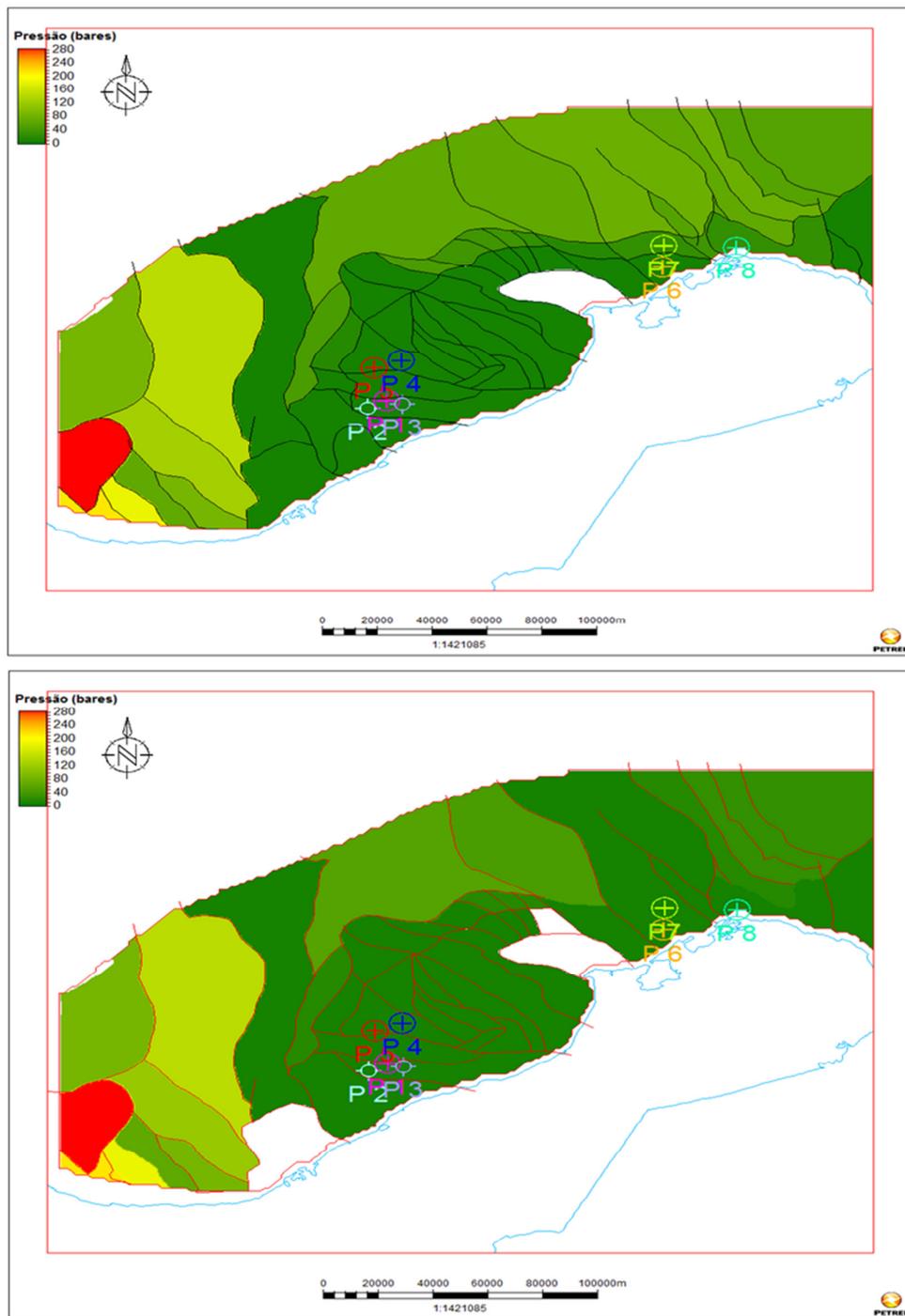


Figura 5.8 – Sensibilidade do modelo de falhas no resultado das poropressões.

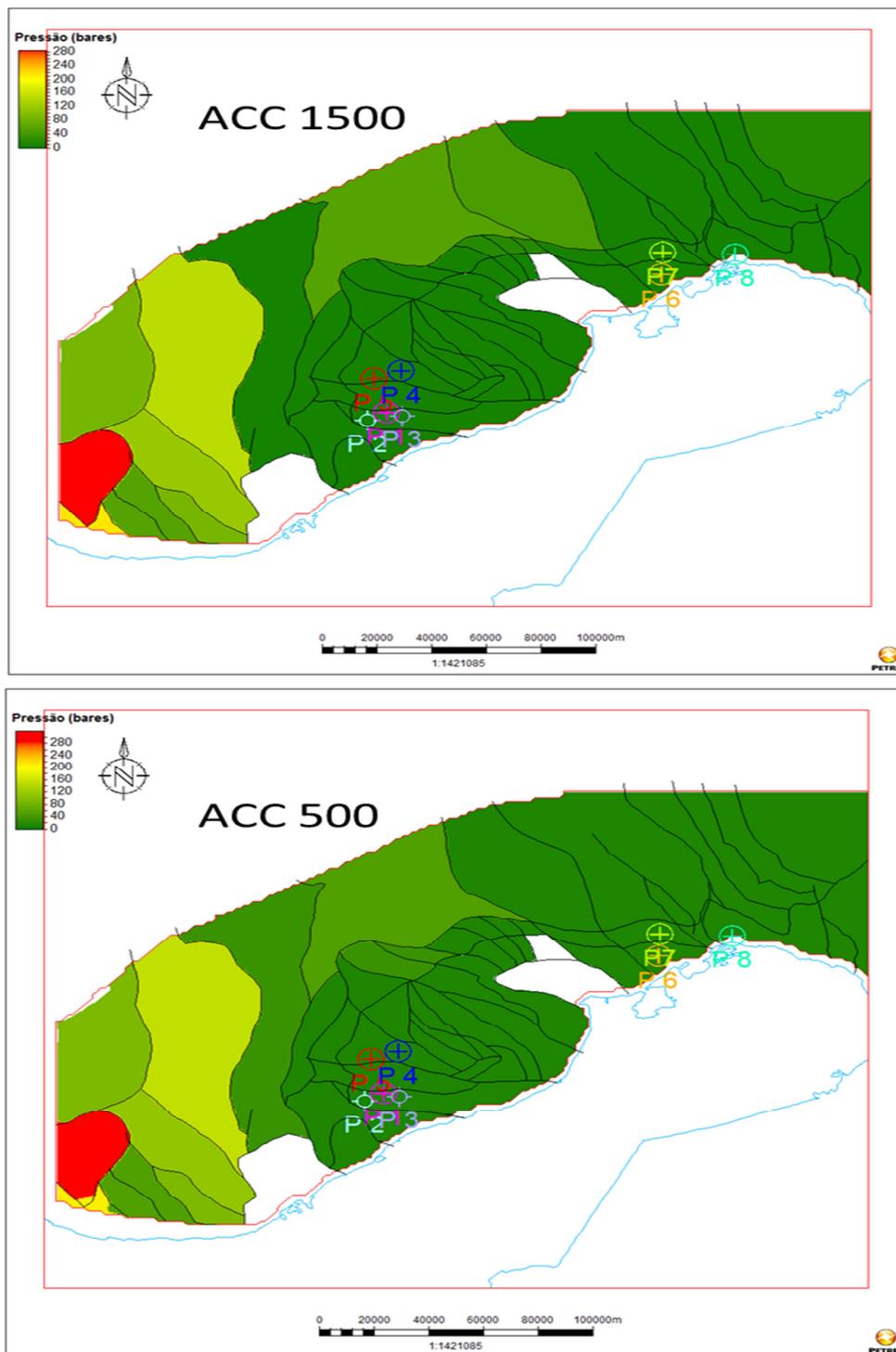


Figura 5.9 – Modelos de sobrepressões em (bares). Variação da profundidade de acumulação.

Alguns outros parâmetros geraram variações significantes na distribuição das sobrepressões na Bacia de Guajira. Por exemplo, o modelo de permeabilidade

na zona de falha (Figura 5.10), o modelo de compactação, (Figura 5.11), e o modelo de tensões *In-situ*, (Figura 5.12).

A Figura 5.13 exibe a sensibilidade dos perfis de pressão para as três das variáveis que mais influenciaram os resultados. Deste modo, a Figura 5.13a, apresenta a variação no perfil de pressão para a variação no modelo de tensões *in-situ*. Nesse caso, foram testados os três regimes possíveis, segundo (GRAULS, 1999). Assim, a linha vermelha representa o regime normal,  $n=1.147$ . A linha verde representa o limite inferior do regime transcorrente,  $n=1.156$ . A linha azul representa o limite superior do regime transcorrente,  $n=1.162$ , e finalmente a linha violeta representa o regime compressivo puro ou de falhamento inverso, onde  $n=1.170$ . A Figura 5.13b, apresenta a sensibilidade dos resultados com a variação no modelo de compactação. Neste caso, a influência nos resultados não teve a mesma proporção nos folhelhos e nas areias. A principal influência foi observada com o modelo 1 para a unidade do reservatório, e para o modelo 3, para profundidades abaixo de 14000 ft. A Figura 5.13c apresenta a sensibilidade dos resultados para o modelo de permeabilidade vertical. Neste caso, a variação no perfil de pressão também não foi constante. A principal variação observou-se no reservatório e nas unidades embaixo dele.

Considerando os resultados obtidos da análise de sensibilidade, foram consideradas as incertezas das quatro principais variáveis do modelo. Elas são: as tensões *in-situ*, o modelo de compactação, o modelo de permeabilidade da zona de falha, e o modelo de permeabilidade dos folhelhos.

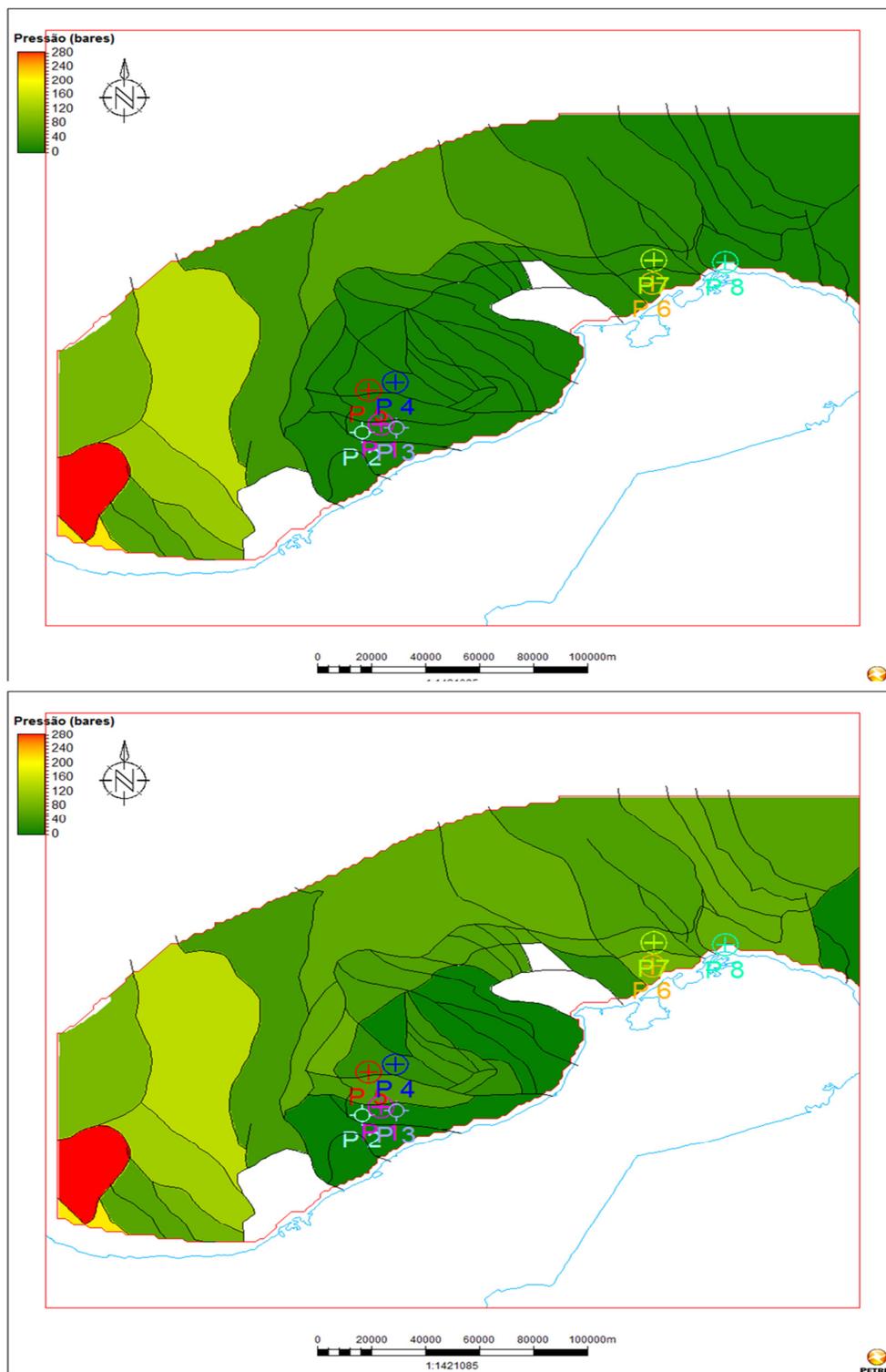


Figura 5.10 – Modelos de sobrepressões em (bares). Variação no modelo de permeabilidade na zona de falha.

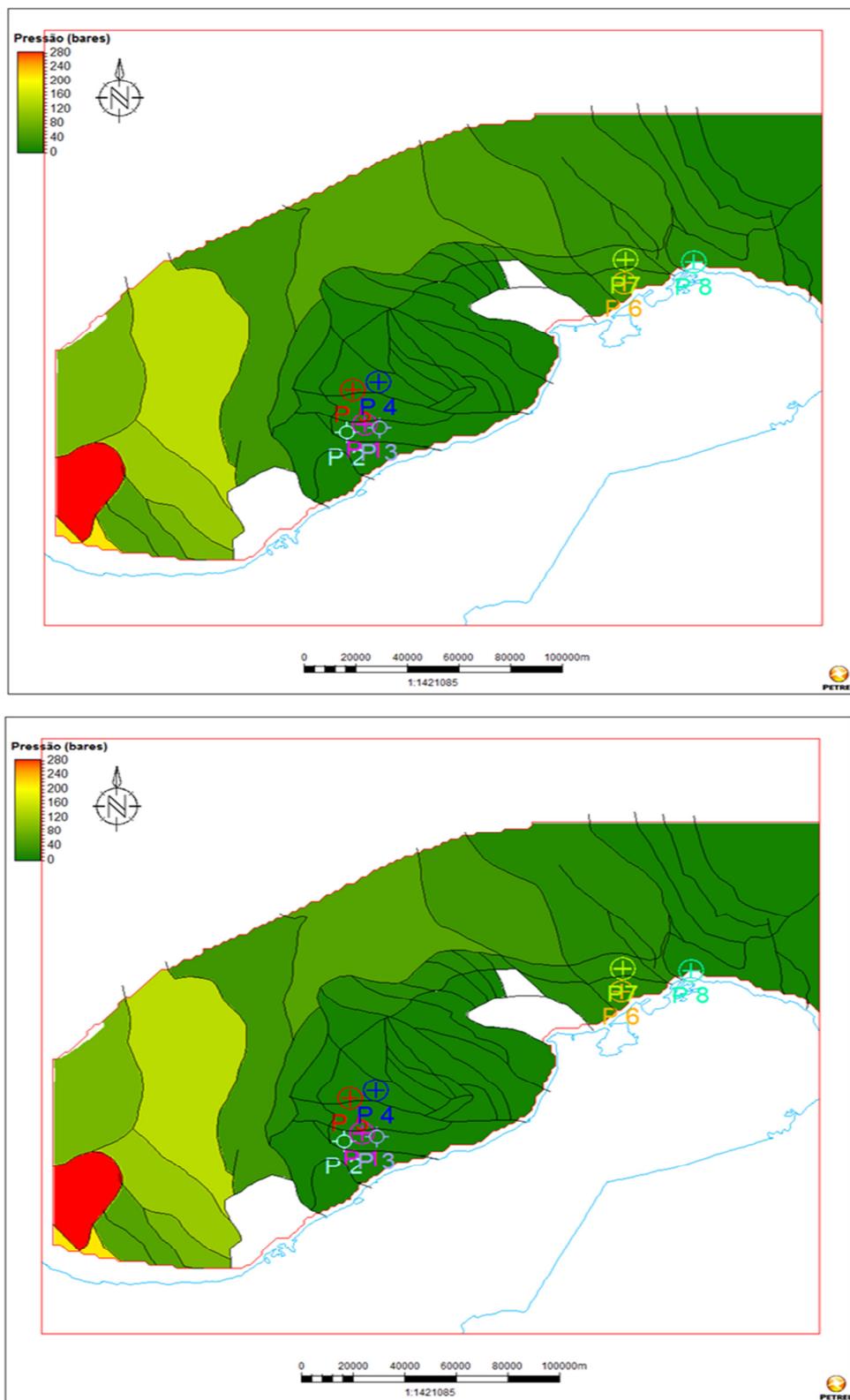


Figura 5.11 – Modelos de sobrepressões em (bares). Variação no modelo de compactação.

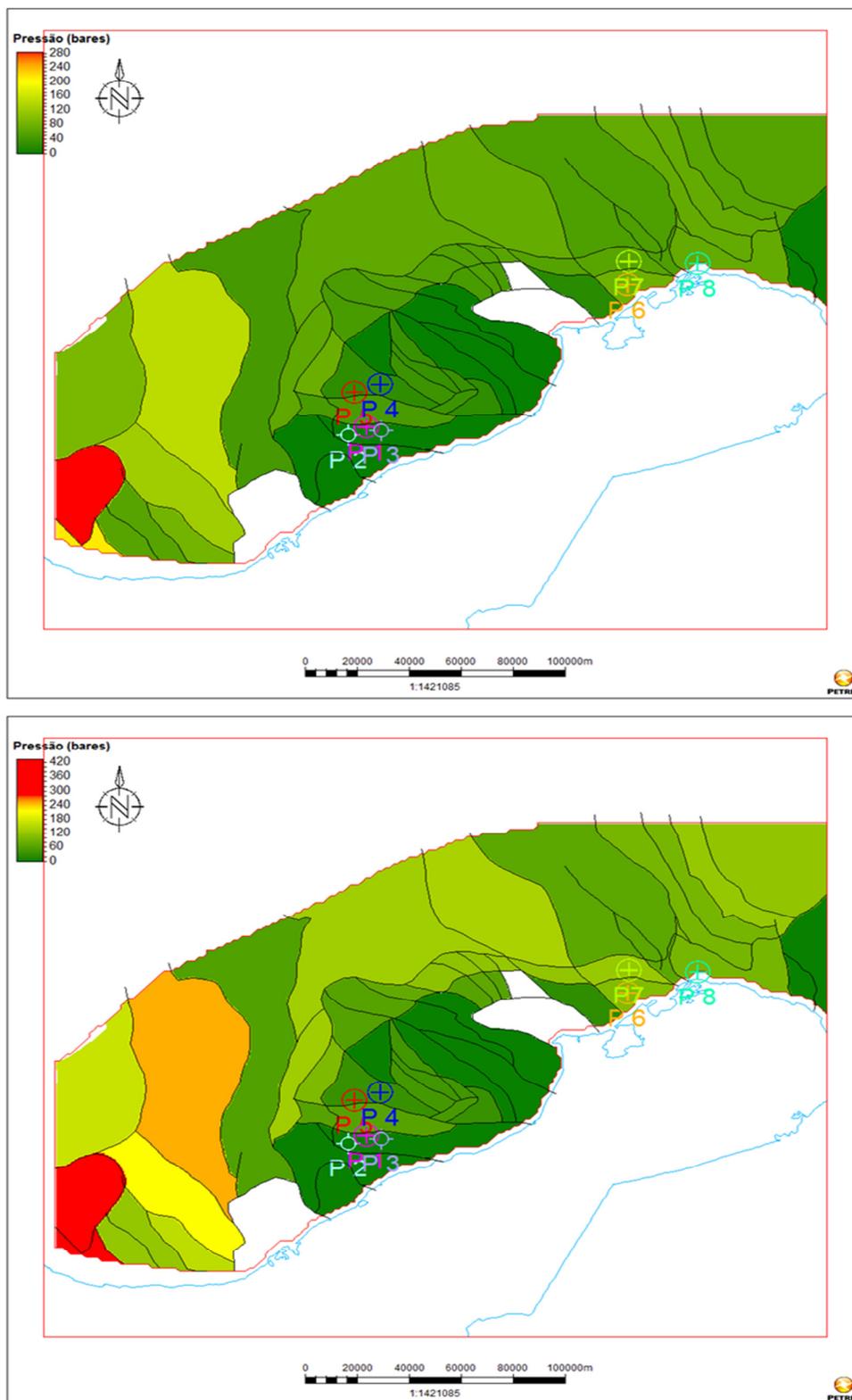


Figura 5.12 – Modelos de sobrepressões em (bares). Variação no modelo de tensões in situ.

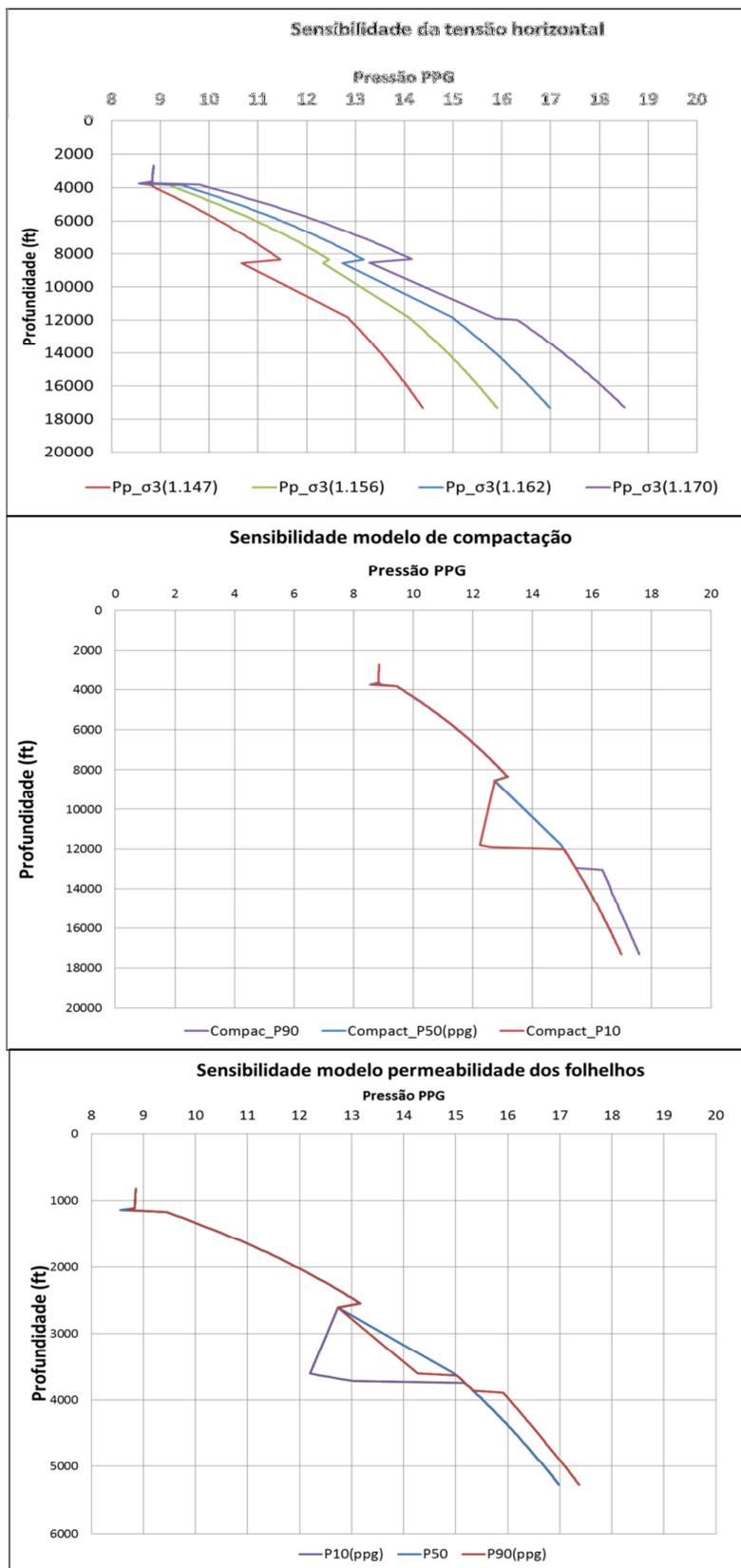


Figura 5.13 – Sensibilidades das variáveis no perfil de pressão.

### 5.3. Análise de incertezas

#### 5.3.1. Análises de incertezas dos resultados do modelo de (EATON, 1975)

Para o caso dos resultados da modelagem de pressões pelo método de (EATON, 1975) foi rolado um modelo Montecarlo para levar em conta a incerteza das variáveis mais significantes da eq. (2.5). É importante esclarecer que a simulação Montecarlo não diferencia entre a variabilidade e a incerteza (Murta, 2007). Isso é relevante porque para utilizar a simulação de Montecarlo, teoricamente, o modelo deveria ser rodado a cada profundidade para avaliar as incertezas dos perfis de pressão. Porém, os perfis convencionais só fornecem um dado a cada intervalo de profundidade (0,5 ft), conseqüentemente não pode ser avaliada a incerteza a cada profundidade, por isso foi preciso ampliar o intervalo de aplicação da simulação, e assim obter mais dados que pudessem ser usados.

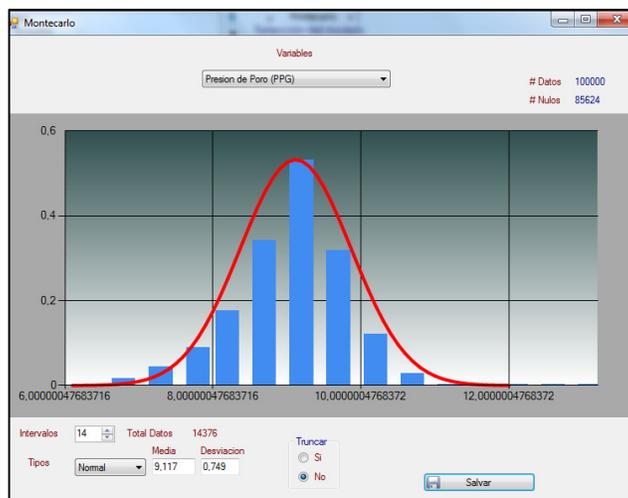


Figura 5.14 – Resultado da simulação Montecarlo para o modelo de pressão no poço P1.

Nos modelos de pressão gerados pelo método de (Eaton, 1975) as variáveis que mais influenciam o resultado são o expoente  $b$  e a linha que representa a tendência de compactação normal. Por isso, foram definidas variáveis estocásticas somente desses parâmetros em um intervalo de profundidade próximo ao reservatório. A principal motivação para rolar o modelo de Montecarlo em um intervalo perto do reservatório foi para comparar o resultado com dados de teste

de pressão dos poços P1 e P7 Assim foi obtido as distribuições de resultados para o poço P1 (**Figura 5.14**) e para poço P7 (**Figura 5.15**).

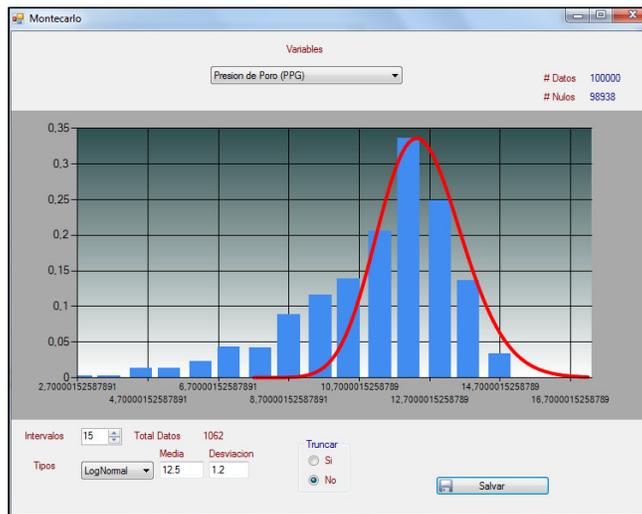


Figura 5.15 – Resultado da simulação Montecarlo para o modelo de pressão no poço P7.

Se comparar os resultados dos testes de pressão do poço P1 com os resultados da simulação Montecarlo, o erro absoluto é pequeno (menor do que 0.1ppg). Porém, no poço P7 a diferencia entre o valor meio da simulação Montecarlo e os resultados do teste de pressão foi maior do que 2 ppg.

### 5.3.2.

#### **Análise de incerteza dos resultados no modelo de (Borge, 2000)**

No caso da estimativa das pressões pelo método de compartimentos de pressão de (Borge, 2000), a opção foi considerar a incerteza das variáveis mais influentes no resultado descritas no item 5.2, e desta forma, gerar diversos cenários como sugeriu (Murta, 2007). O primeiro representa um cenário otimista, denominado P10, no qual as variáveis selecionadas fornecem as menores sobrepressões. O segundo cenário denominado P50, no qual as variáveis são mais ajustadas aos dados de campo, e finalmente um pessimista, denominado P90 que forneceria os valores mais críticos em termos de pressurização.

A Figura 5.16 exhibe as linhas que representam os valores de P10 (n=1,147), P50 (n=1,162) e P90(n=1,170), para o modelo de tensões *In-situ* de (GRAULS, 1999).

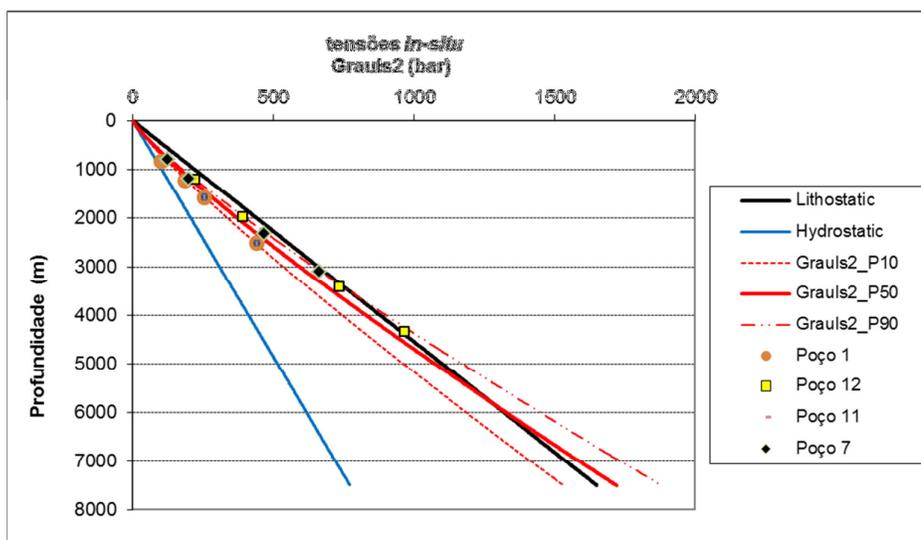


Figura 5.16 – Variabilidade do modelo de tensões *in-situ*.

A Figura 5.17 apresenta os cenários dos modelos de compactação. A linha P10 representa o caso mais otimista no qual a variação da porosidade é menor à medida que aumenta a profundidade. De outro lado, o caso mais crítico é representado pela linha P90 que reflete um material mais compressível, o que gera uma maior perda de volume à medida que a profundidade aumenta. Na Tabela 5 se apresenta os dados dos modelos de compactação para os três cenários.

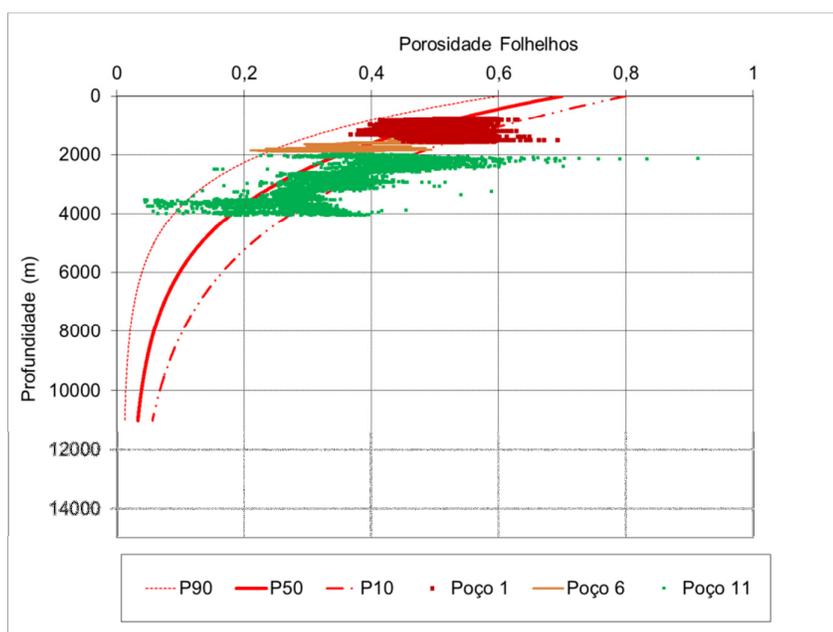


Figura 5.17 – Variabilidade do modelo de compactação em folhelhos.

A Figura 5.18 apresenta o modelo de compactação para as areias, as linhas têm a mesma lógica que no modelo de folhelhos explicado acima.

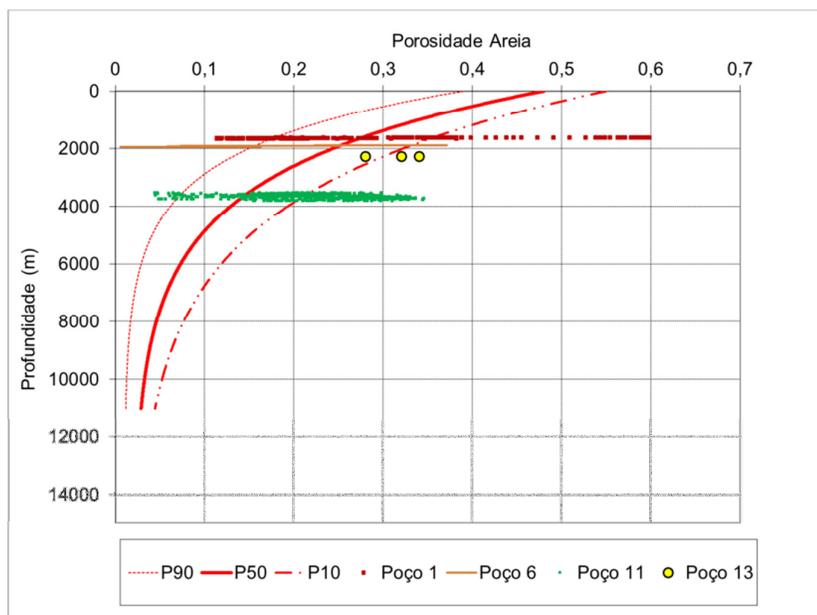


Figura 5.18 – Variabilidade do modelo de compactação em Areias.

A Figura 5.19 apresenta os modelos de variabilidade para a permeabilidade na zona de falha. Os parâmetros são exibidos na Tabela 6.

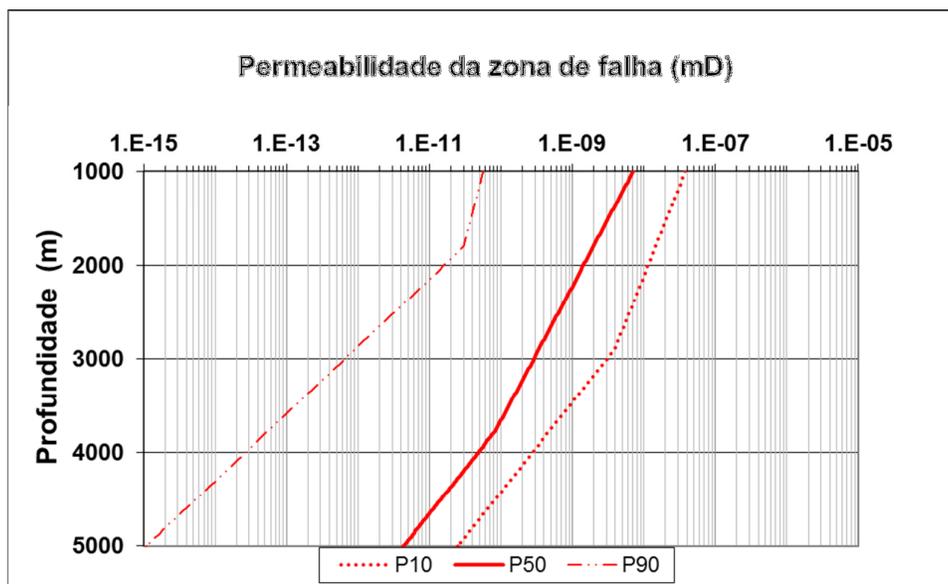


Figura 5.19 – Variabilidade do modelo de permeabilidade na zona de falha.

Tabela 5. Variáveis do modelo de compactação.

	folhelho			Areia			Carbonato
	P10	P50	P90	P10	P50	P90	
$\phi_o$	0.8	0.7	0.6	0.55	0.48	0.39	0.41
C1	0.00028	0.00036	0.0005	0.00028	0.00036	0.0005	0.0004
$\phi_{min}$	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002

Tabela 6. Variáveis do modelo de permeabilidade da zona de falha.

Variavel	P90	P10	P50	
$\delta_{sh}$		2	3	4
$\delta_{ae}$		8	6	6
K_b	3.50E-09	4.60E-07	1.00E-08	
c	0.0004	0.0004	0.0004	
$\phi_o$	0.35	0.35	0.45	
$\phi_b$	0.17	0.11	0.1	

Finalmente, na Figura 5.20 se apresentam as curvas que representam a variabilidade do modelo de permeabilidade dos folhelhos.

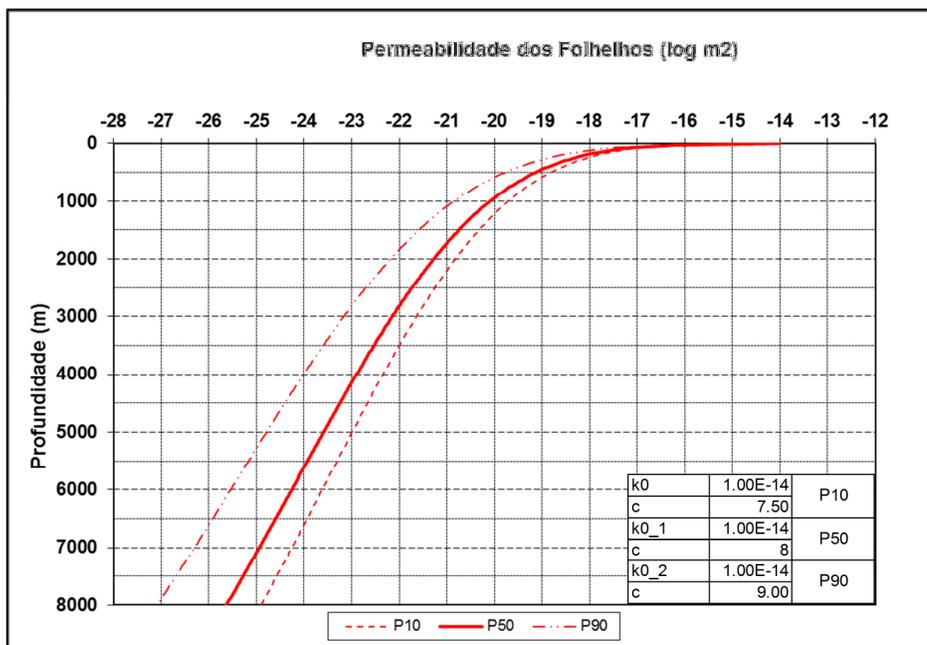
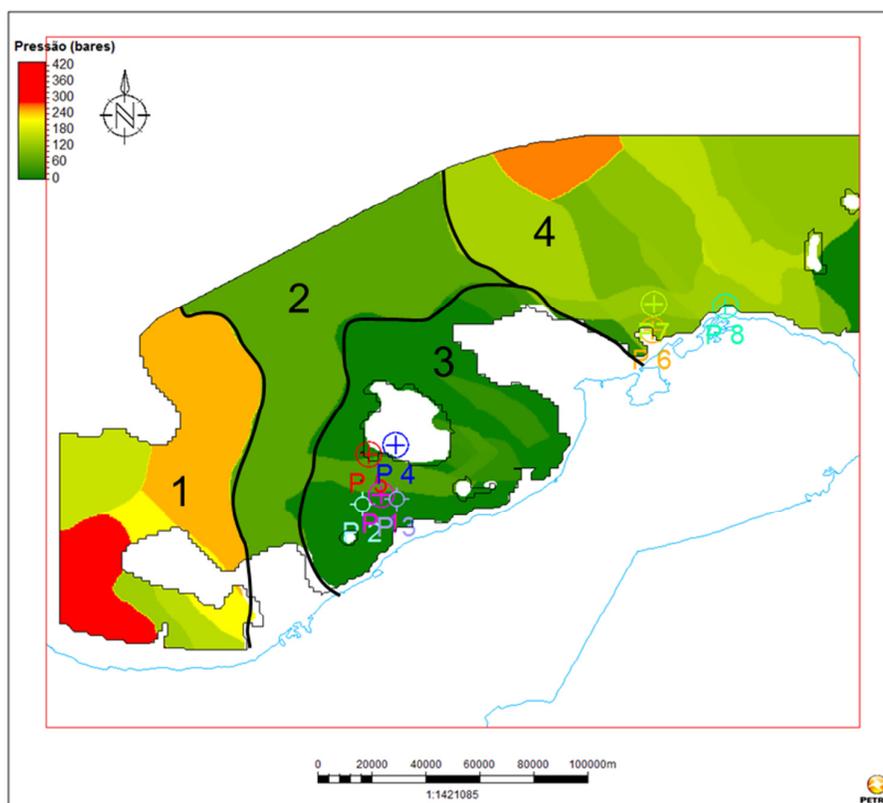


Figura 5.20 – Variabilidade do modelo de permeabilidade dos folhelhos.

Após a análise de variabilidade realizada anteriormente, decidiu-se propor como modelo provável de distribuição de pressões, o que corresponde às variáveis do cenário P50.

A Figura 5.21 exibe o resultado final da distribuição das poropressões para o topo do Mioceno Inferior, em toda a Bacia de Guajira, considerando o modelo P50. Neste modelo se observa quatro zonas: as principais sobrepressões se apresentam na parte sudoeste da Bacia (zona 1), na subbacia conhecida como “Rancheria” onde a sobrepressão alcança 420 bares (40 Mpa). Na zona 2 as sobrepressões estão ao redor de 60 bares (6Mpa), porém de igual forma que na zona 1, não há dados de poços para verificar esses resultados. Por outro lado, as zonas que exibem menores sobrepressões estão na região central da Bacia, (zona 3), que fica próximo ao litoral e onde estão localizados a maioria dos poços perfurados na área em estudo (P1, P2, P4,P5, P14, P15). Finalmente, a área onde estão localizados os poços P6, P7, e P8, (zona 3), se evidencia sobrepressões entre 120 e 150 bares (12 - 15 Mpa).

Os resultados dos perfis de pressão com profundidade serão apresentados na secção de comparação de resultados.



**Figura 5.21** – Modelo de distribuição final de sobrepressões para o topo do Mioceno Inferior na Bacia de Guajira.

### 5.3.3. Análise de confiabilidade dos resultados

Com o objetivo de avaliar a confiabilidade dos resultados obtidos pelos dois métodos de modelagem de pressões, foi analisado o erro absoluto dos resultados eq.(5.1), bem como o erro relativo, eq.(5.2), para toda a coluna perfurada pelos poços da área em estudo. A suposição básica foi que a pressão real (*vlr real*) das formações é igual ao peso da lama usado nos poços. A Figura 5.22 apresenta os histogramas de distribuição do erro absoluto obtidas pelas duas metodologias. A Figura 5.22a expõe os histogramas de frequência do erro absoluto estimado para o modelo de (Borge, 2000), neste caso o erro esteve entre 0 e 1.4 ppg para os poços P1, P4, P5 e P6, enquanto que os poços P7 e P8 mostraram erro absoluto acima de (2ppg). Por outro lado, a Figura 5.22b expõe os histogramas do erro absoluto estimado para o modelo de Eaton, neste caso o erro esteve entre -2 ppg e 0.5 ppg. Para os poços P1 e P4, enquanto que para os poços P5, P6 e P7 erro foi entre -3ppg e 1ppg.

A Figura 5.23a exhibe os histogramas de distribuição de frequência do erro relativo do modelo de (Borge, 2000). O poço com menor erro foi o poço P6 que mostrou um erro relativo médio menor do que 3.91% e máximo de 8.7%. O poço que apresentou maior erro foi o poço P7 com um erro relativo médio de 6.65% e um erro máximo de 19.11%. O erro relativo total dos seis poços foi de 5.92% com erros relativos máximos entre 10% e 20%. De igual forma, a Figura 5.23b expõe os histogramas de frequência do erro relativo para o modelo de (Eaton, 1975), o poço com menor erro foi o poço P6 que mostrou um erro relativo médio de -6.15% com erro máximo de 25%.

$$Err\_abs = vlr\ real - vlrestimad \quad (5.1)$$

$$Err\_rel(\%) = \frac{(Err\_abs)}{vlrreal} * 100 \quad (5.1)$$

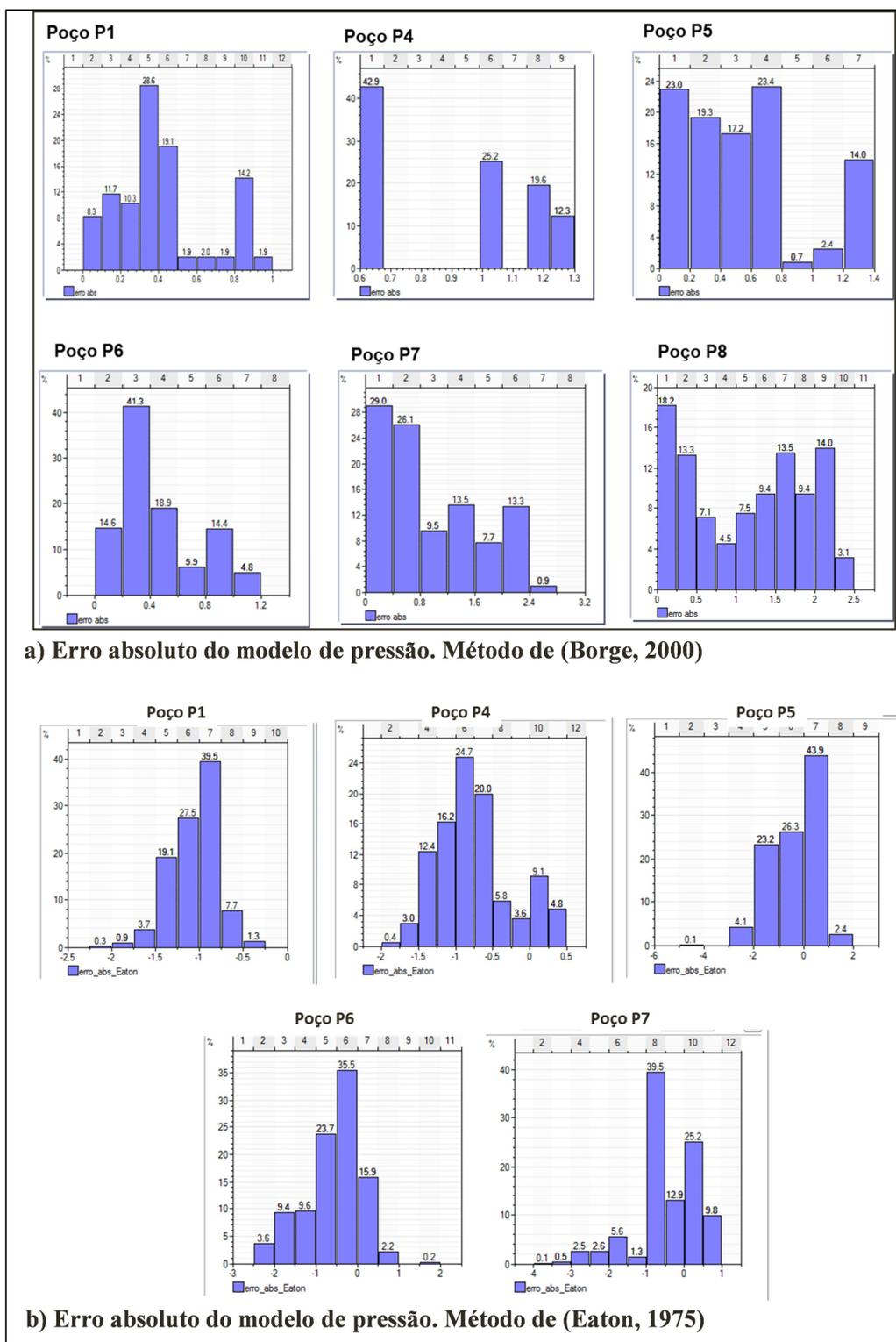


Figura 5.22 – Erro absoluto do modelo de pressão. a) modelo de (Borge, 2000). b) Modelo de (Eaton, 1975). Unidades da densidade de lama (ppg). Referente a toda a profundidade dos poços.

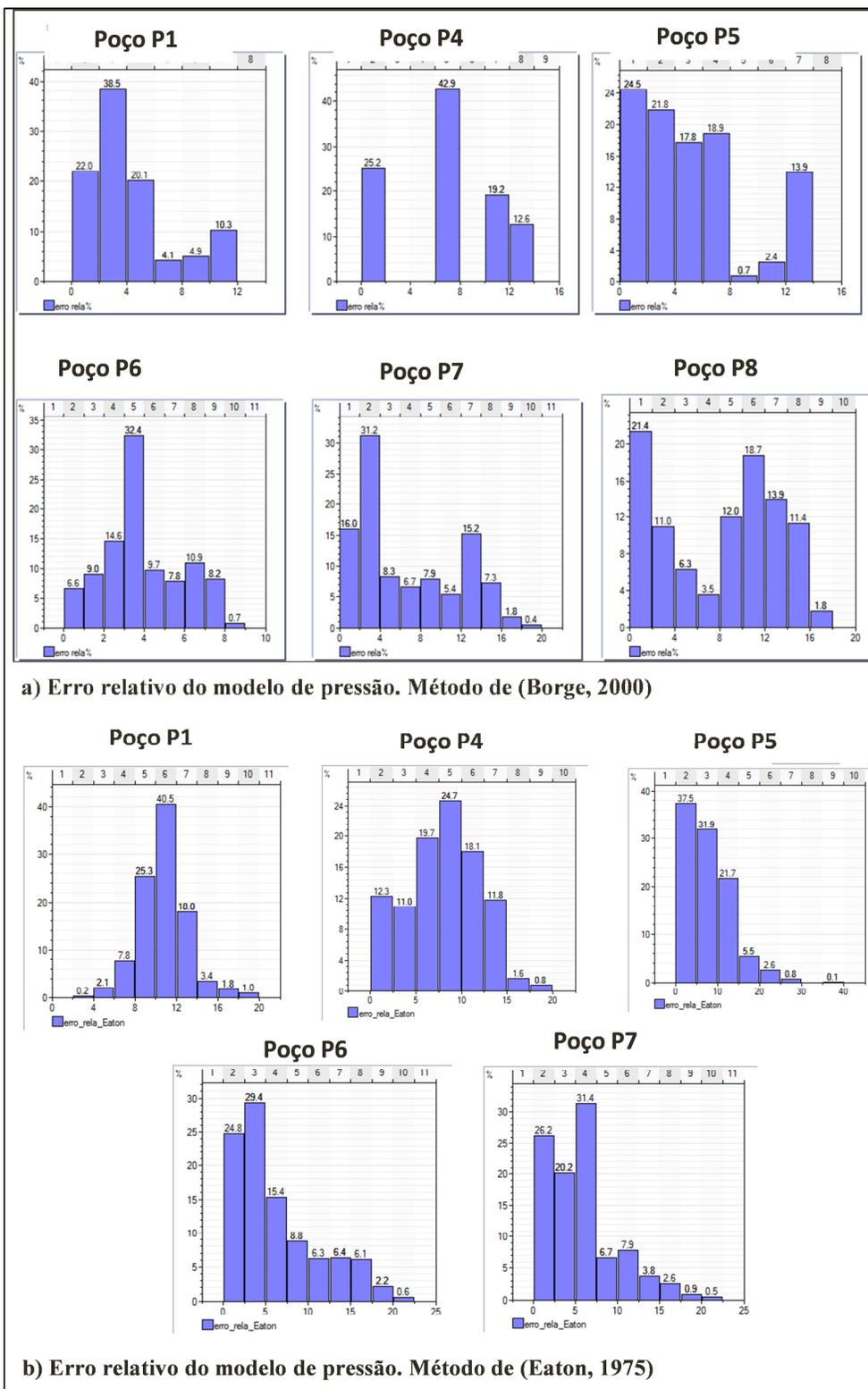


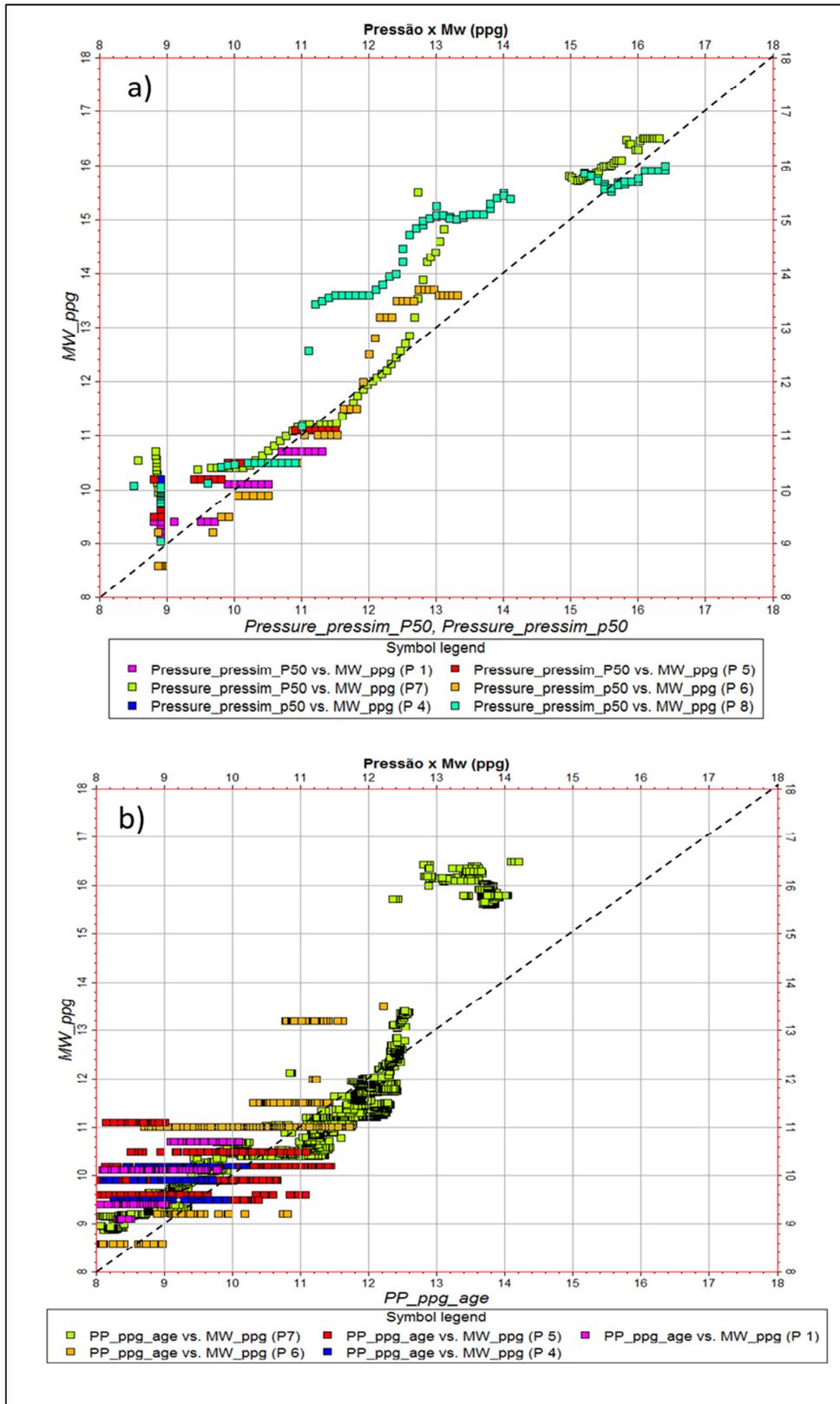
Figura 5.23 – Erro relativo do modelo de pressão, em porcentagem (%).Referente a toda a profundidade dos poços . a) modelo de (Borge, 2000). b) Modelo de (Eaton, 1975).

#### 5.3.4. Comparação de resultados

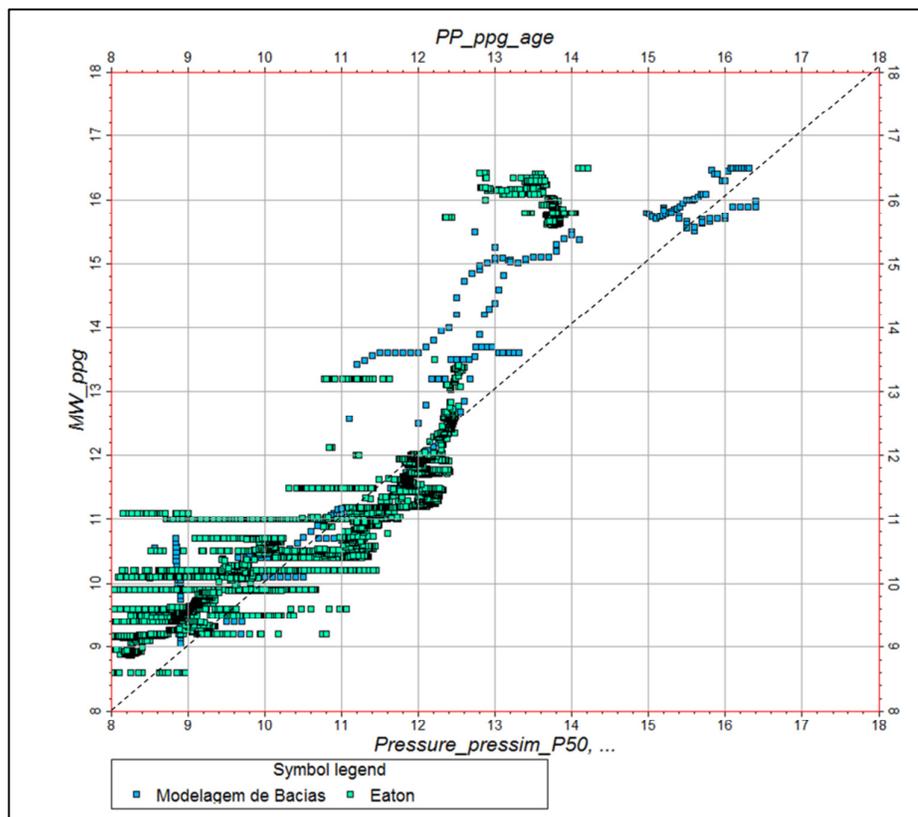
A Figura 5.24a apresenta a correlação entre os valores de pressão estimados pela metodologia da modelagem de Bacias e as densidades da lama utilizado nos poços da área em estudo. Nessa figura se observa que as estimativas das poropressões obtidas a partir da modelagem de Bacias são consistentes com os valores de densidade da lama usada. Isso significa uma boa estimativa das poropressões, uma vez que, as notificações de altos teores de gás no fluido de peroração, bem como eventos de influxos, nos boletins de peroração dos poços P6, P7, e P8, permitem concluir que a elevada densidade da lama usada foi consequência da elevada pressão da zona.

Figura 5.24b apresenta a correlação entre os valores de pressão de poros estimados pelo método de (Eaton, 1975) com os valores da densidade da lama para os poços da região. Observa-se maior dispersão para os dados de densidades da lama menor que 13ppg. Por outro lado, a diferença aumenta consideravelmente para os dados de densidade da lama maiores do que 13ppg usados no poço P7.

A Figura 5.25 apresenta a comparação entre os resultados das duas metodologias utilizadas. A correlação entre a densidade lama e os resultados obtidos pelo método de (Eaton, 1975), em verde, com um coeficiente de correlação de 0.87 e os resultados a partir da modelagem de Bacias, em azul, com um coeficiente de correlação de 0.95.



**Figura 5.24** – Comparação entre a estimativa da pressão de poros e a densidade da lama usada nos poços da região.



**Figura 5.25** – Comparação pelas duas metodologias.

Da Figura 5.26 até a Figura.5.31 são comparados os resultados finais da estimativa das pressões a partir duas metodologias aplicadas, para os poços da área em estudo. Todas as figuras têm a mesma descrição que se detalha a seguir.

Na coluna 1 se apresenta o perfil de estado da parede do furo (*perfil Caliper*) em vermelho e o diâmetro do poço em rosa. Na coluna 2 se apresenta a interpretação da litologia. Na coluna 3 é exposto o grau de argilosidade estimado pela a eq.(4.2). Na coluna 4 se apresenta, pela linha azul descontínua a estimativa das pressões usando a metodologia de (EATON, 1975), e a interpretação do autor respeito ao perfil de pressão, em linha cor azul contínua.

Os resultados da modelagem de bacias são apresentados na coluna 4 pela faixa de cor vermelha formada pelas curvas dos cenários P10 (limite inferior), P50 (linha contínua vermelha) e P90 (linha descontínua superior). Assim a linha em rosa continua representa a densidade de lama, e os círculos vermelhos representam os testes de pressão que foram feitos no poço. Na coluna 5 se apresenta o erro absoluto do modelo P50 em unidades de libras por galão (PPG). Na coluna 6 se

apresenta o erro relativo do modelo P50, em porcentagem (%). Finalmente na coluna 7 se apresentam algumas notificações dos boletins de perfuração.

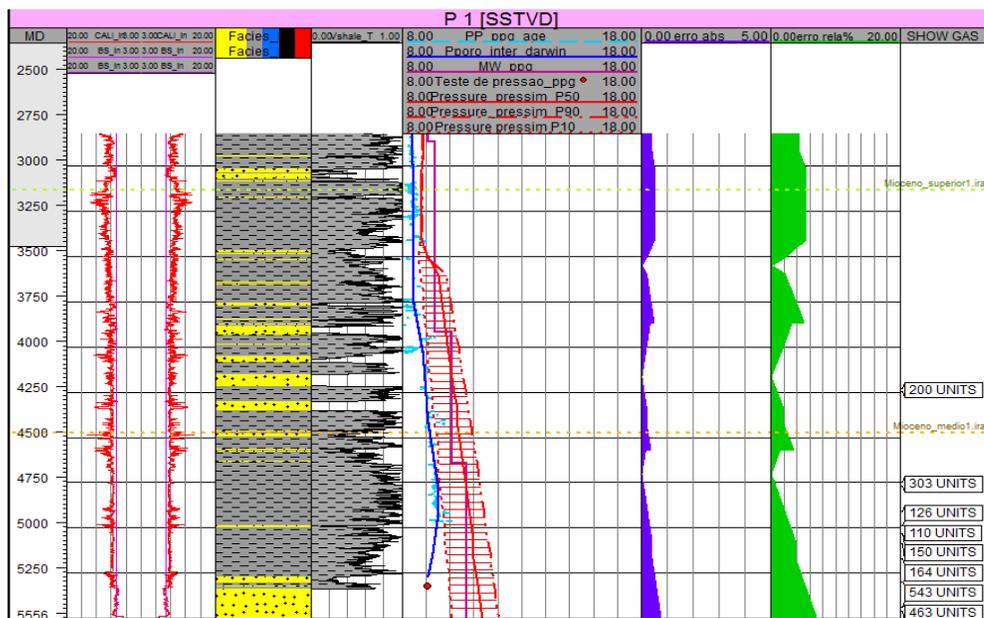


Figura 5.26 – Comparação dos resultados finais da estimativa das pressões e o peso da lama para o poço P1.

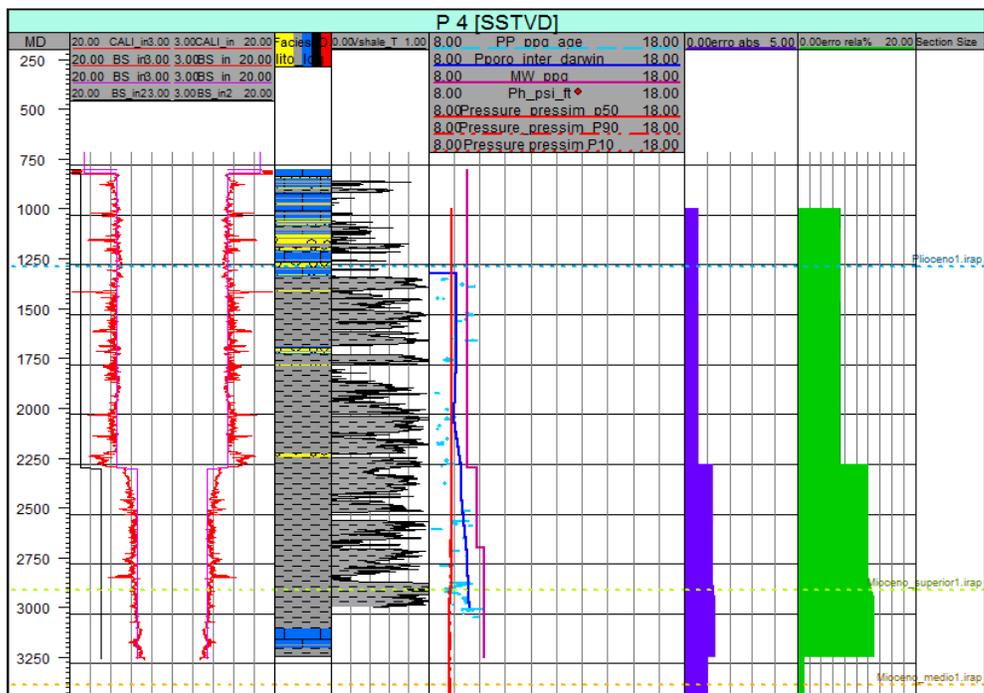


Figura.5.27 – Comparação dos resultados finais da estimativa das pressões para o poço P4.

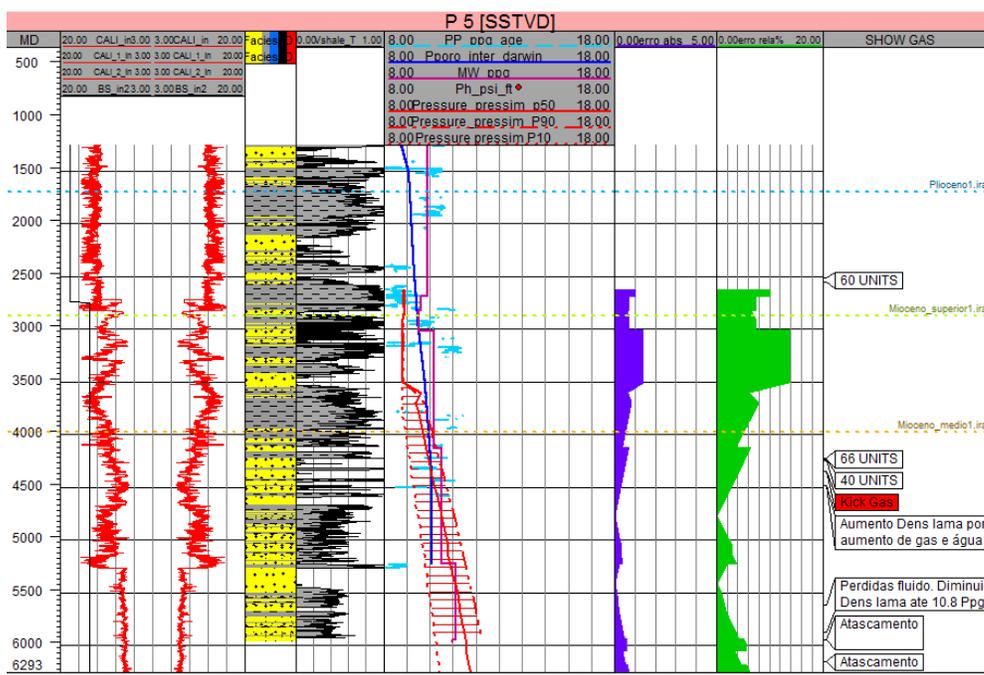


Figura 5.28 – Comparação dos resultados finais da estimativa das pressões para o poço P5.

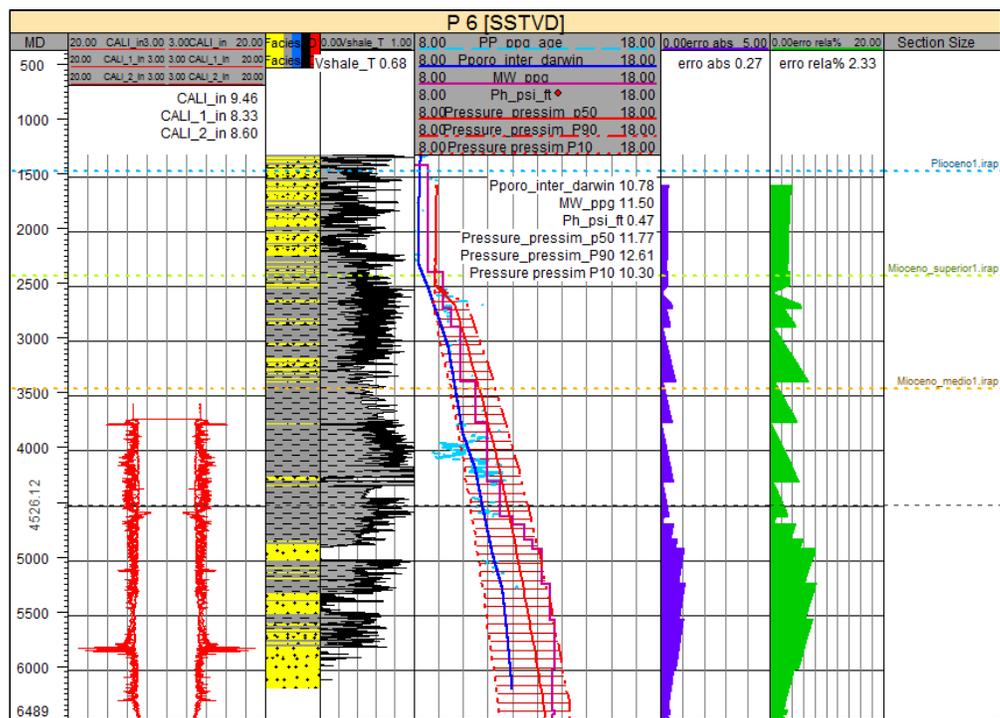


Figura.5.29 – Comparação dos resultados finais da estimativa das pressões para o poço P6.

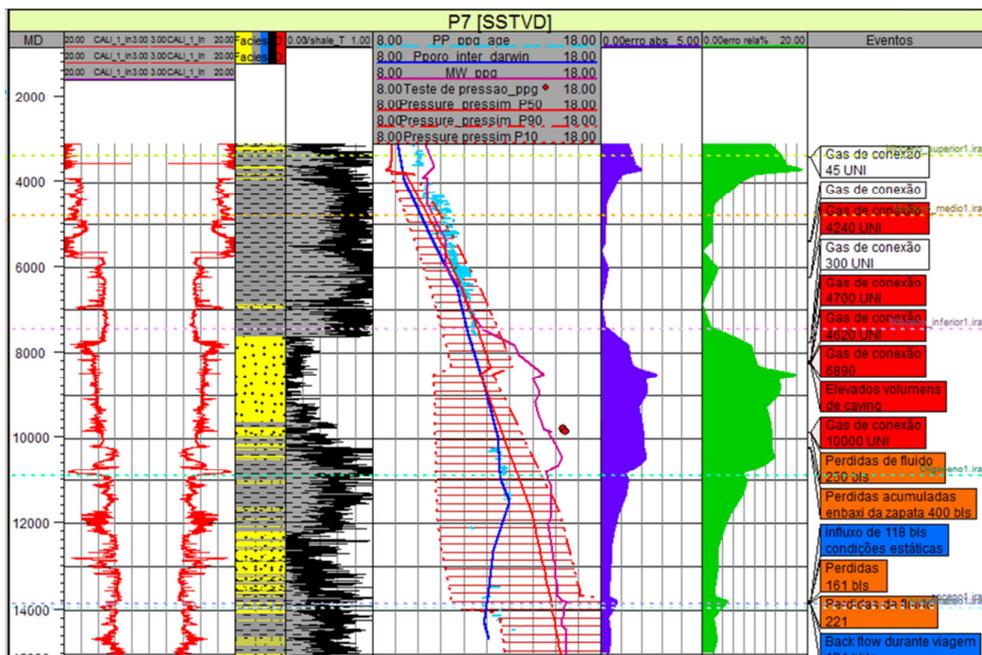


Figura 5.30 - Comparação dos resultados finais da estimativa das pressões para o poço P7.

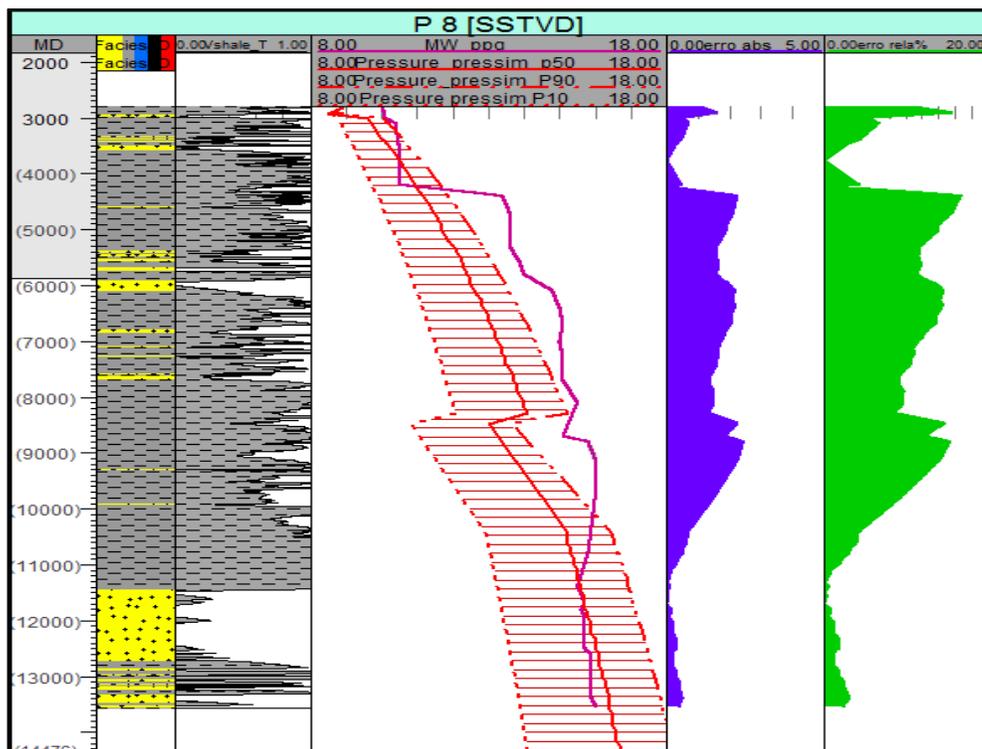


Figura.5.31 – Comparação dos resultados finais da estimativa das pressões para o poço P8..

### 5.3.5. Fontes de erro

Os erros dos modelos de pressão estão relacionados com as fontes de informação e os modelos de estimativas.

Os modelos de pressão baseados na equação de (Eaton, 1975) são fortemente afetados pela seleção da linha de tendência normal do perfil sônico, além disso, a seleção do expoente  $b$ . Segundo (Murta, 2007) algumas das principais fontes de erros que afetam os dados dos perfis sônicos são:

- *Ferramentas não adequadas às características do fluido de perfuração;*
- *Velocidade de perfilagem;*
- *Estado das paredes dos poços;*
- *Minerais como pirita, formações evaporíticas (o Sal) e outros que podem afetar as medições dos perfis;*
- *Densidade da lama de perfuração acima de 12ppg;*
- *Presença de gás nas formações;*

Por outro lado, a principal fonte de erro, na aplicação do modelo de compartimentos de pressão de (Borge, 2000), na área de estudo estão relacionada com as incertezas dos dados de entrada, pela dificuldade na medição direta deles. Por exemplo, a permeabilidade da zona de falha é um dos parâmetros que tem maior influencia no resultado, porém, não é fácil fazer medições em condições reais nas bacias. Além da permeabilidade, outros parâmetros dominantes no resultado final de pressão são as tensões *In situ* e o modelo de compactação.