

7

INFORMAÇÕES UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO DO MODELO GEOMECÂNICO E RESULTADOS OBTIDOS

7.1.

Propriedades mecânicas da rocha

A tabela (7.1) abaixo apresenta um resumo da metragem total perfilada de cada poço.

Tabela 7.1: metragem total perfilada

Litologia e Perfis				
Poço	A	B	C	D
	Perfis: Dtms,Dtmc,Dts,Dtc, ρ			
Litologia	Arenito	Calcarenito	Arenito	Arenito
Prof Inicial (m)	5254	4545	4687	3916
Prof final (m)	5283	4564	4741	3961
Total perfilado (m)	29	19	54	45

As propriedades mecânicas da rocha foram obtidas através de correlações de perfis conforme demonstrado no item 6.4.2. É importante notar que o cálculo de (K_s, K_b e ν) foi realizado para cada ponto onde existia informação de perfil, necessários para o cálculo desses parâmetros, sendo posteriormente determinado a média e o desvio padrão de cada uma dessas propriedades.

O cálculo do coeficiente de Biot (α) foi realizado para cada profundidade onde existia informação de (K_s e K_b) (necessário para o cálculo) e com o uso desses resultados se obteve à média e o desvio padrão para o coeficiente de Biot (α). (note que é diferente de se obter a média e o desvio padrão do coeficiente de Biot (α) a partir da média e desvio padrão de (K_s e K_b)). Seguiu-se o mesmo critério para o cálculo do parâmetro poroelástico de tensão (Π) buscando as profundidades onde se tinham informações de coeficiente de Poisson (ν) e Biot (α).

Tabela 7.2: tabela de propriedade mecânica da rocha

Propriedade mecânica da rocha								
Poço	A		B		C		D	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
Ks (psi)	4.5×10^6	1.38×10^5	1.09×10^7	0	4.62×10^6	1.29×10^6	4.66×10^6	1.28×10^5
Kb (psi)	2.93×10^6	7.04×10^5	4.86×10^6	7.38×10^5	3.44×10^6	3.25×10^5	4.05×10^6	2.83×10^5
α	4.26×10^{-1}	1.92×10^{-1}	5.32×10^{-1}	5.70×10^{-2}	6.49×10^{-1}	1.40×10^{-2}	1.3×10^{-1}	3.72×10^{-2}
ν	2.33×10^{-1}	2.40×10^{-2}	2.96×10^{-1}	1.40×10^{-2}	2.52×10^{-1}	1.20×10^{-2}	2.1×10^{-1}	7.18×10^{-3}
η	1.57×10^{-1}	2.23×10^{-2}	1.53×10^{-1}	2.22×10^{-2}	1.65×10^{-1}	4.03×10^{-2}	5.6×10^{-2}	1.3×10^{-2}

Onde,

μ = média;

σ = Desvio padrão;

K_s = Compressibilidade dos grãos;

K_b = Compressibilidade da formação;

α = Coeficiente de Biot;

ν = Coeficiente de Poisson;

η = Coeficiente poroelástico de tensão;

7.2.

Teste de injetividade (tensão horizontal mínima e pressão de quebra (in-situ))

Tabela 7.3: Dados do teste de injetividade, pressão de quebra, temperatura da formação, lâmina d'água e profundidade do teste de injetividade.

Dados obtidos do teste de injetividade				
Poços	A	B	C	D
PVT . Profundidade do teste (m)	5267	4450	4714	3940
LAT. Lâmina d'água (m)	1658	1860	1813	22.5
σ_{hx} . Tensão horizontal mínima (psi)	11771	10409	10250	9870
Pb . Pressão de quebra (psi)	12425	11628	11250	10158
Temperatura da formação (°C)	68	62	65	58

7.3.

Resultado das análises de breakout (tensão horizontal máxima):

A seguir são apresentadas informações dos eventos de breakouts usadas para o cálculo da tensão horizontal máxima através das equações (6.4) e (6.3) referentes à solução do modelo elástico e poroelástico respectivamente.

7.3.1.

Informações de eventos de breakout ocorridos no poço E

Tabela 7.4: Eventos de breakouts ocorridos no poço E

Profundidade (m)	Abertura do Breakout (°)	Pressão de fluido no breakout (Pwb) - lb/gal
5156	57.54	0 9
5435	85.31	10
5442	89.28	10
5447	99.20	10

7.3.2.

Informações de eventos de breakout ocorridos no poço A

Tabela 7.5: Eventos de breakouts ocorridos no poço A

Profundidade (m)	Abertura do Breakout (°)	Pressão de fluido no breakout (<u>Pwb</u>) - <u>lb/gal</u>
4805	60,9	10
4887,7	32,24	10
4887,25	30,45	10
4888,41	39,4	10
4888,88	50,15	10
4888,95	42,99	10
4889,035	37,61	10
4889,24	39,4	10
4889,49	41,19	10
4889,98	41,19	10
4890,34	30,45	10

4890,66	30,45	10
4891,755	39,4	10
4891,765	42,99	10
4894	28,66	10
4901	26,87	10
4902,6	48,36	10
4902,695	35,82	10
4912,13	32,24	10
4912,74	41,19	10
4956,45	60,9	10
4956,525	39,4	10
4956,555	35,82	10
4956,785	42,99	10
4956,795	28,66	10
5003,79	30,45	10
5003,795	21,49	10
5093,805	44,78	10
5093,805	42,99	10
5094,115	48,36	10
5094,145	55,52	10
5111,29	46,57	10
5112,66	50,15	10
5114,855	53,73	10

7.3.3.

Valores de compressão uniaxial simples (UCS) obtido para cada profundidade de breakout para o poço E e A.

A seguir são apresentadas informações dos valores de compressão uniaxial simples (UCS) dos poços E e A usados para o cálculo da tensão horizontal máxima através das equações (6.4) e (6.3) referentes à solução do modelo elástico e poroelástico respectivamente.

Resultado para o poço E:

Tabela 7.6: Valor de UCS para profundidade de breakout do poço E

Profundidade (m)	UCS na profundidade do Breakout (UCS_b)- psi
5156	6214
5435	6012
5442	8350
5447	8518

Resultado para o poço E:

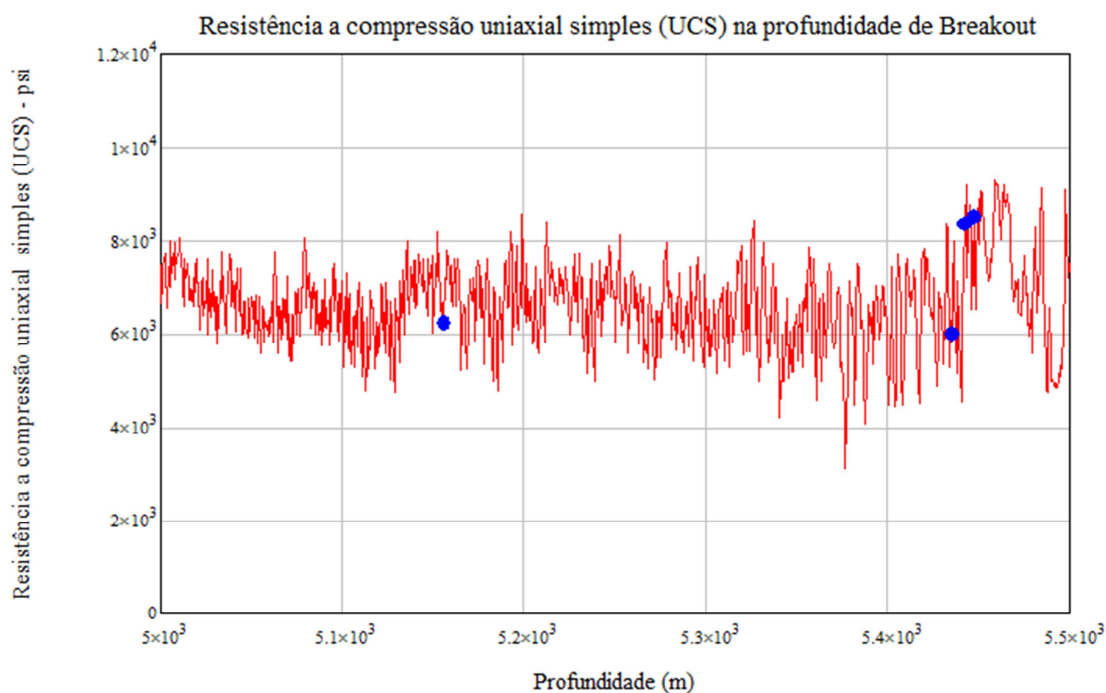


Figura 7-1: perfil de UCS do poço E destacando em azul as profundidades onde ocorreram os eventos de breakouts

Poço A:***Tabela 7.7: Valor de UCS para profundidade de breakout do poço A***

Profundidade (m)	UCS na profundidade do Breakout (UCS_b). psi
4805	6907
4887,7	8544
4887,25	9444
4888,41	7124
4888,88	6819
4888,95	6796
4889,035	6768
4889,24	6703
4889,49	6624
4889,98	7581
4890,34	8301
4890,66	8941
4891,755	10111
4891,765	10091
4894	6159
4901	10893
4902,6	11891
4902,695	11905
4912,13	12330
4912,74	11110
4956,45	11252
4956,525	11305
4956,555	11365
4956,785	11825
4956,795	11845
5003,79	8129
5003,795	8129
5093,805	8339
5093,805	8339
5094,115	7719
5094,145	7659
5096,11	6409
5096,14	6469
5096,29	6769
5096,35	6889
5098,76	5785
5098,785	5735
5110,1	6938
5111	6701
5111,29	6129
5112,66	6589
5114,855	9196

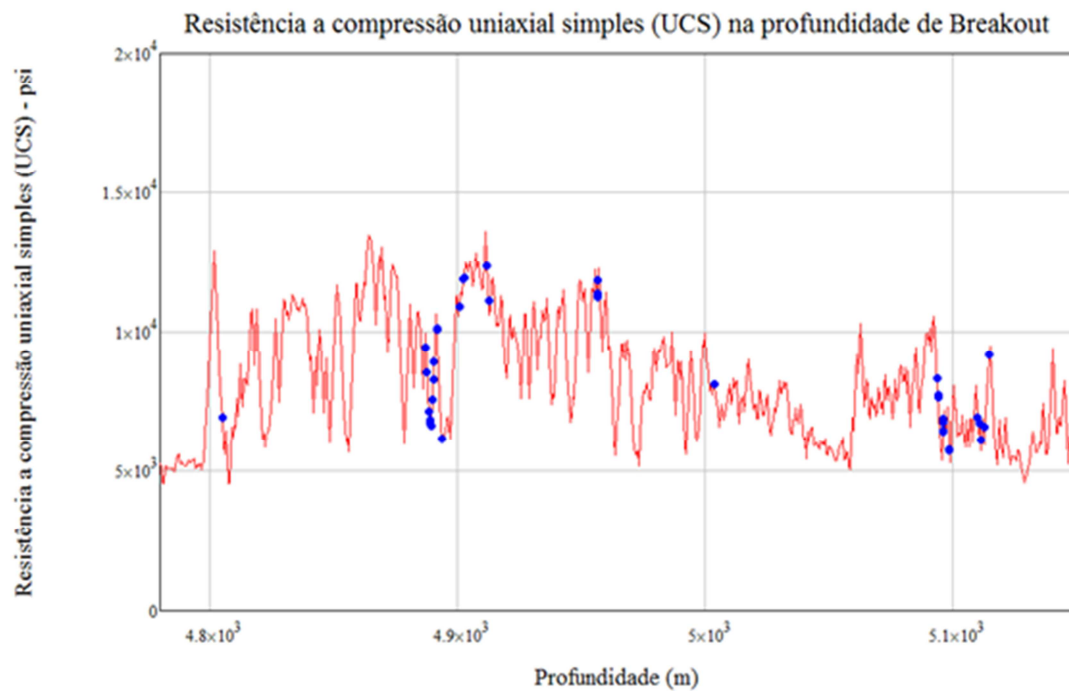


Figura 7-2: perfil de UCS do poço A destacando em azul as profundidades onde ocorreram os eventos de breakouts

7.3.4. Valor da tensão horizontal máxima para os poços (A,B,C,D)

As figuras abaixo apresentam os valores da tensão horizontal máxima (modelo elástico), em psi e (lb/gal), obtidas pontualmente através das análises de breakout dos poços de apoio E e A, para os poços de análises A,B,C e D.

Poço D:

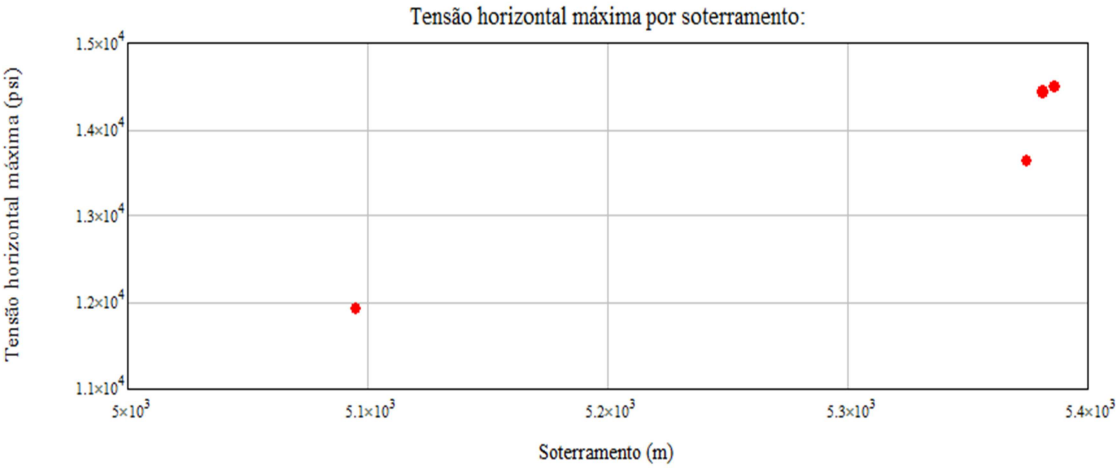


Figura 7-3: Tensão horizontal máxima por profundidade do poço D

Poço D:

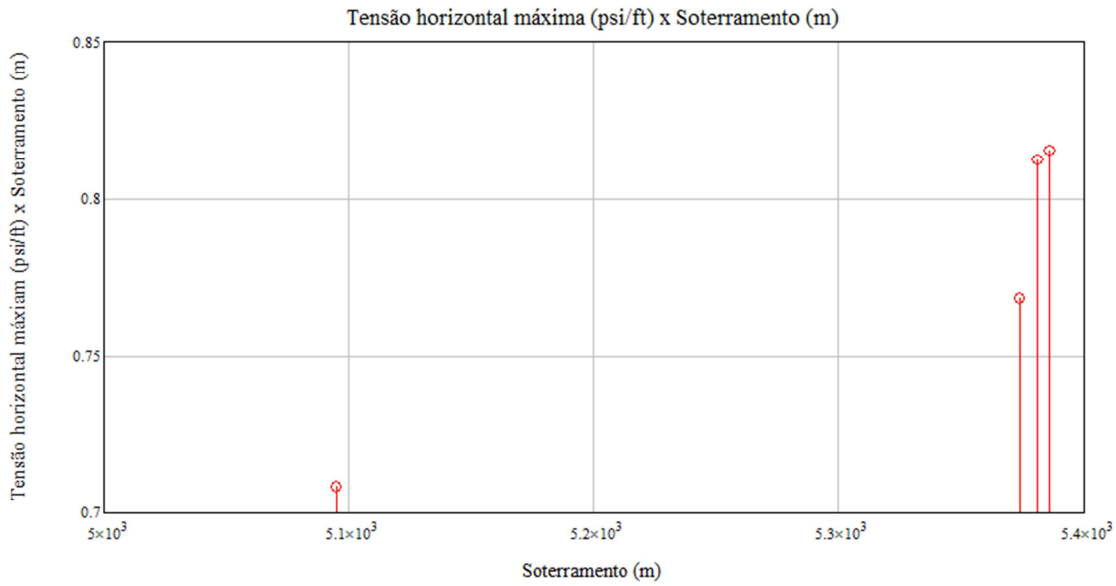


Figura 7-4: Gradiente da tensão horizontal máxima por profundidade do poço D

Poço A:

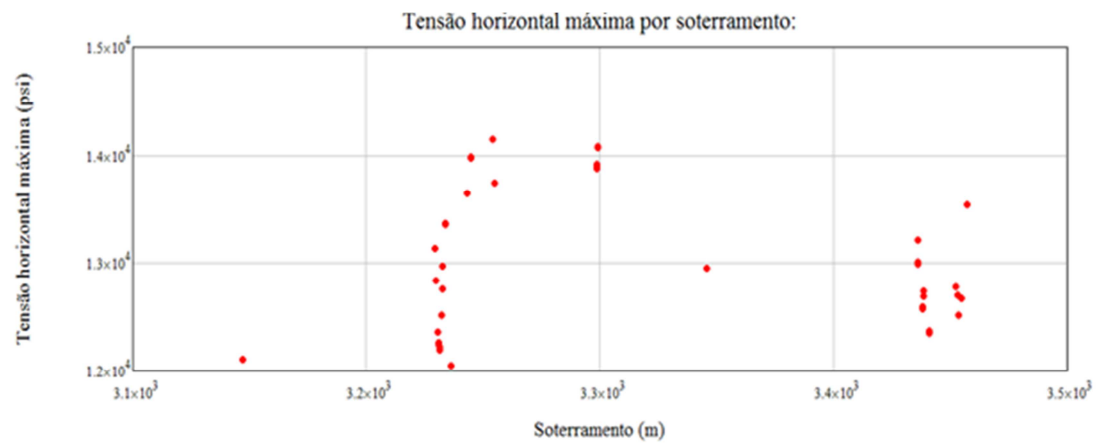


Figura 7-5: Tensão horizontal máxima por profundidade do poço A

Poço A:

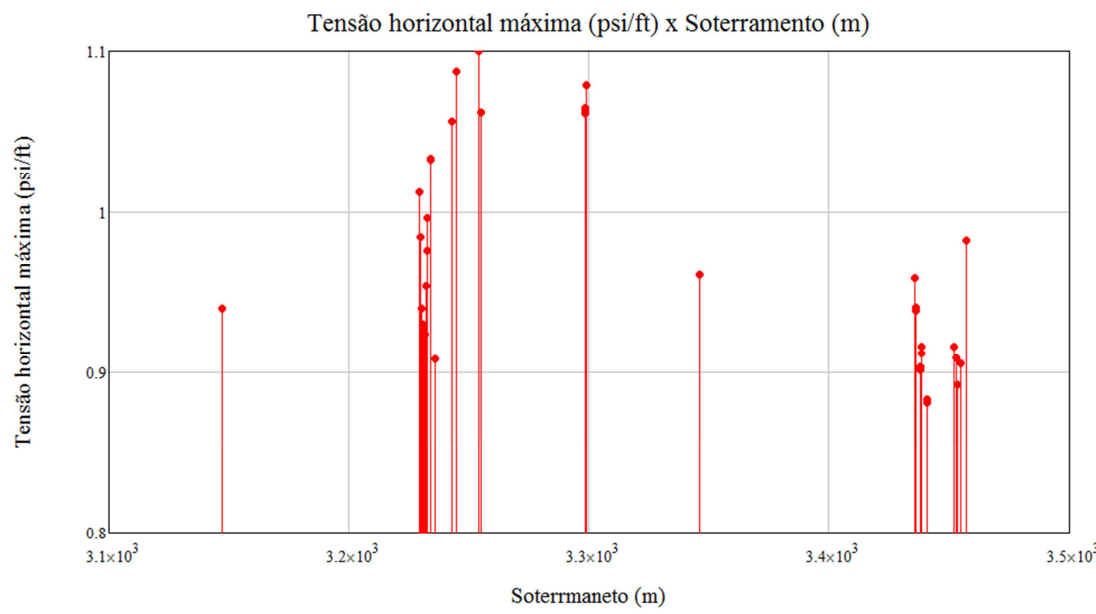


Figura 7-6: Gradiente da tensão horizontal máxima por profundidade do poço A

Poço B:

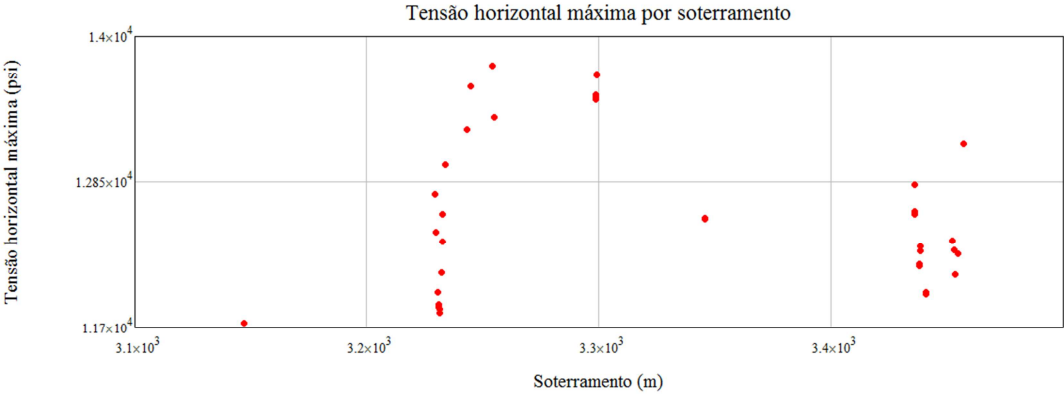


Figura 7-7: Tensão horizontal máxima por profundidade do poço B

Poço B:

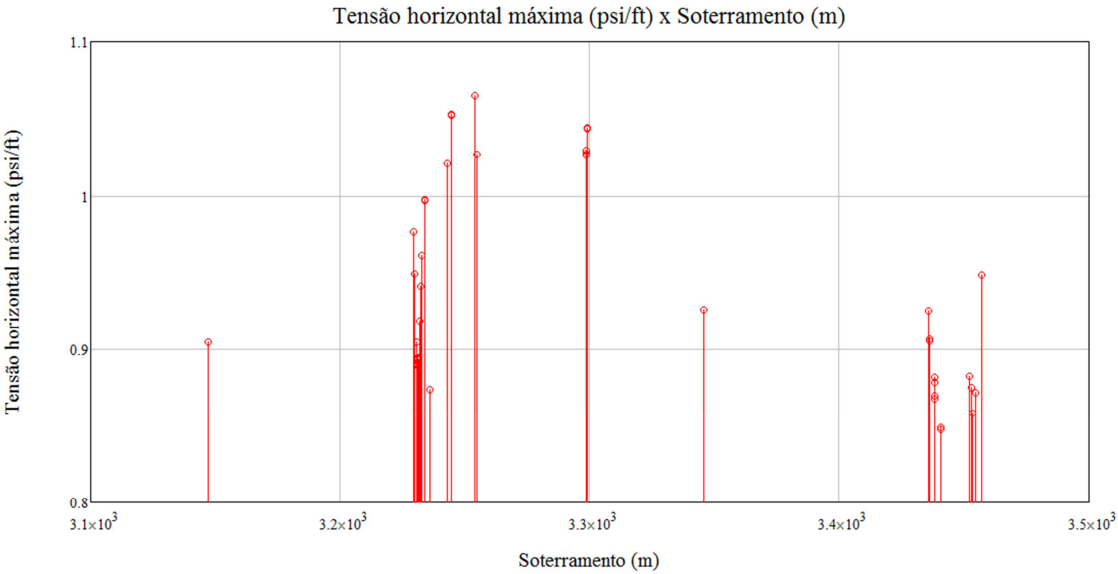


Figura 7-8: Gradiente da tensão horizontal máxima por profundidade do poço B

Poço C:

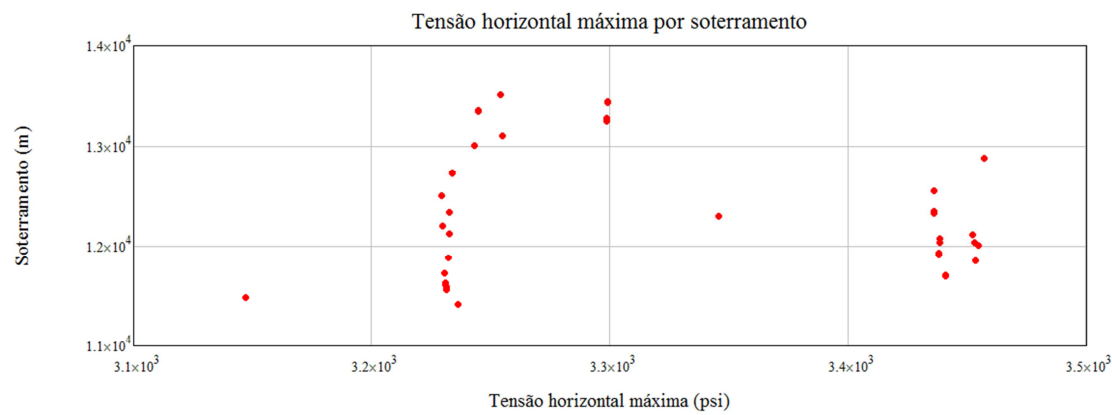


Figura 7-9: Tensão horizontal máxima por profundidade do poço C

Poço C:

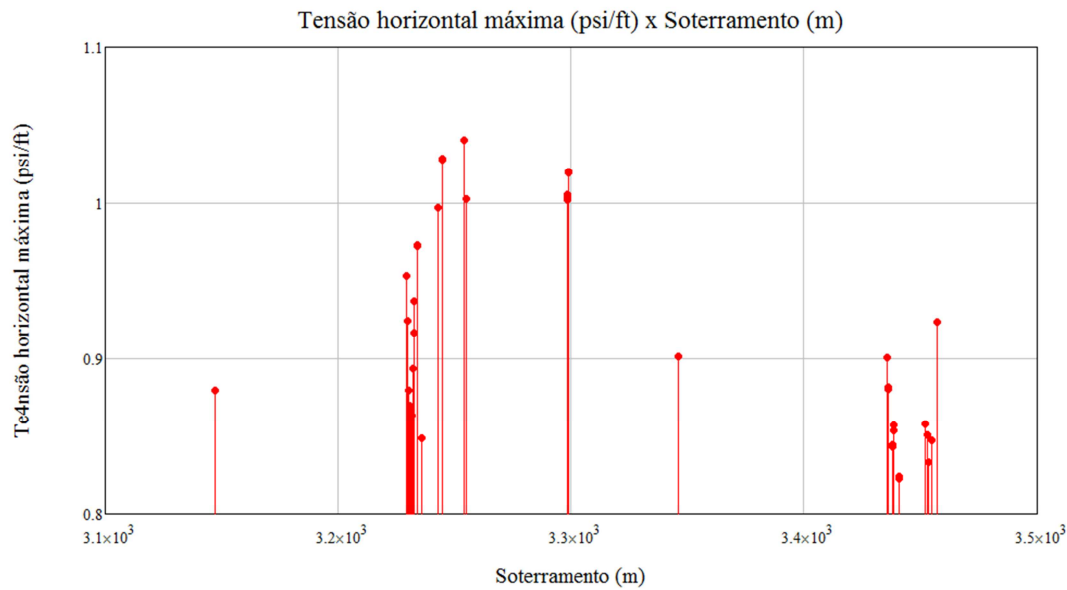


Figura 7-10: Gradiente da tensão horizontal máxima por profundidade do poço C

A mesma metodologia de cálculo foi realizada para o modelo poroelástico. As figuras abaixo apresentam o valor tensão horizontal máxima em (psi) e em gradiente (psi/ft) para os quatro poços analisados (modelo poroelástico).

Poço D

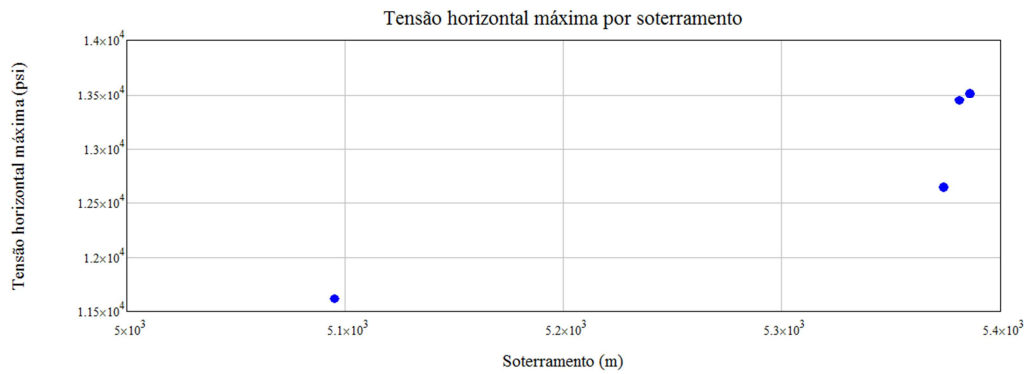


Figura 7-11: Tensão horizontal máxima por profundidade do poço D (modelo poroelástico)

Poço D

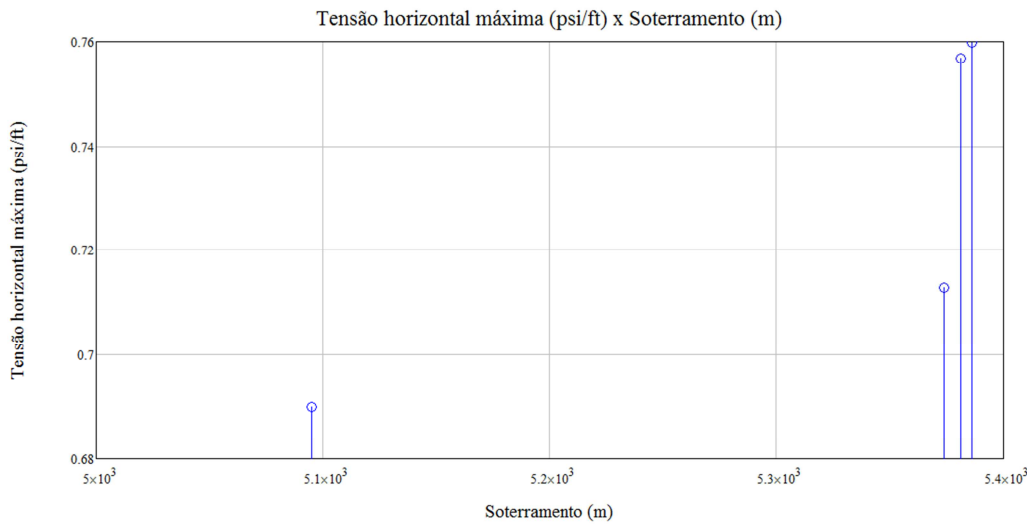


Figura 7-12: Gradiente da tensão horizontal máxima por profundidade do poço D (modelo poroelástico)

Poço A

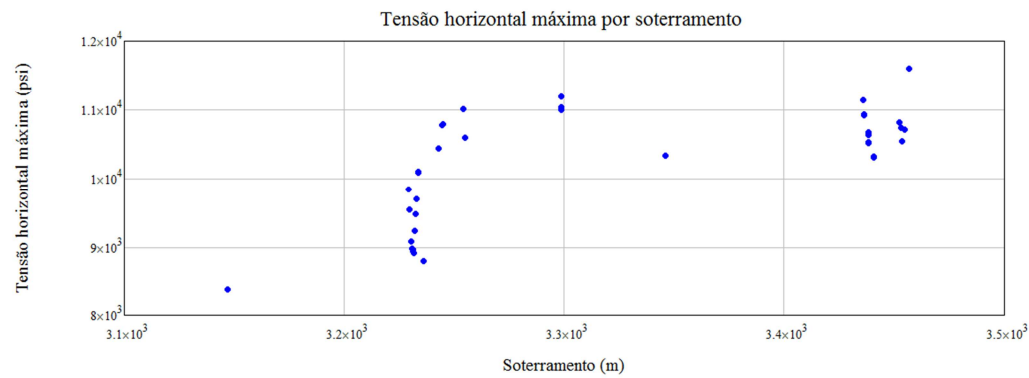


Figura 7-13: Tensão horizontal máxima por profundidade do poço A (modelo poroelástico)

Poço A

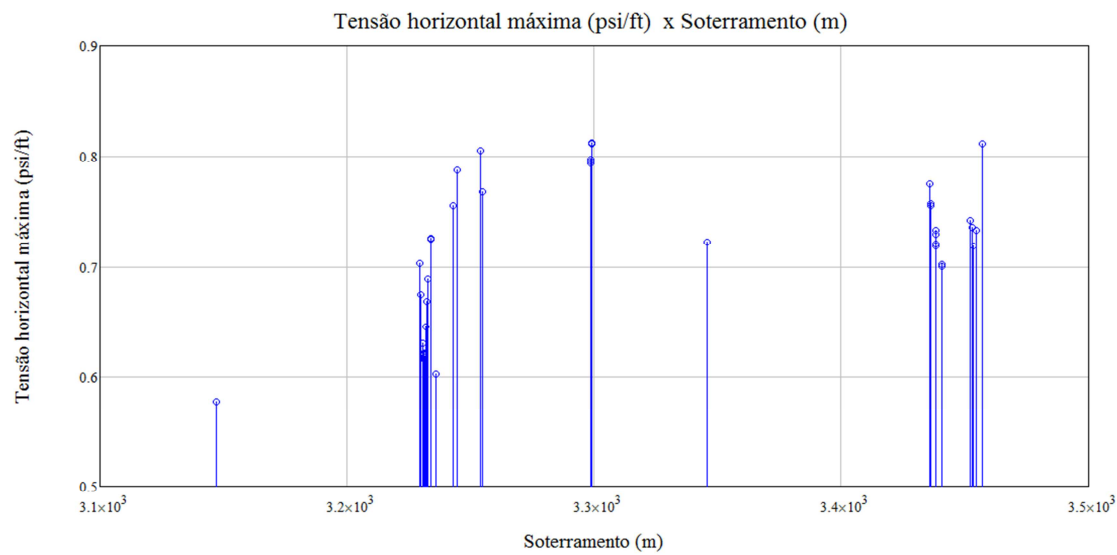


Figura 7-14: Gradiente da tensão horizontal máxima por profundidade do poço A (modelo poroelástico)

Poço B

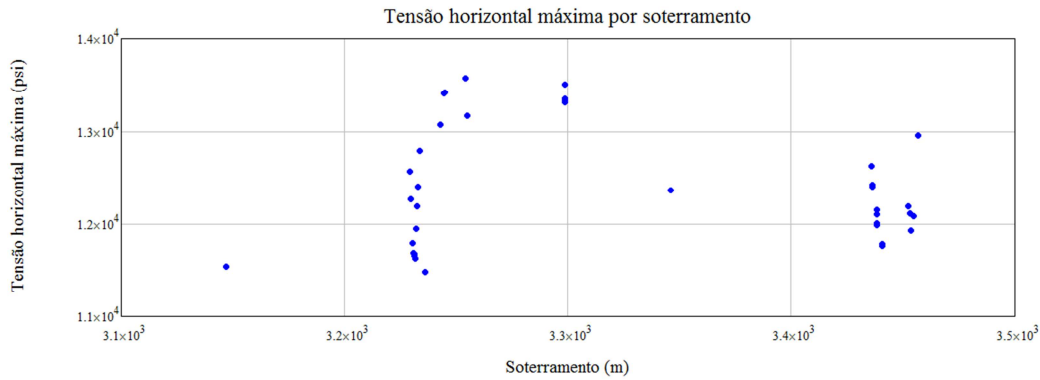


Figura 7-15: Tensão horizontal máxima por profundidade do poço B (modelo poroelástico)

Poço B

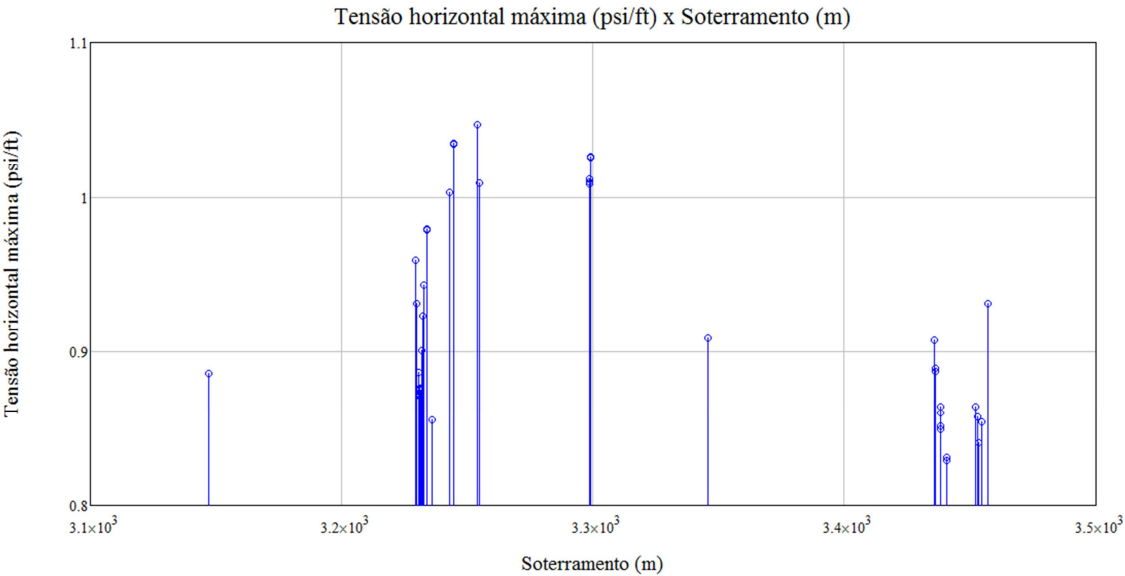


Figura 7-16: Gradiente da tensão horizontal máxima por profundidade do poço B (modelo poroelástico)

Poço C

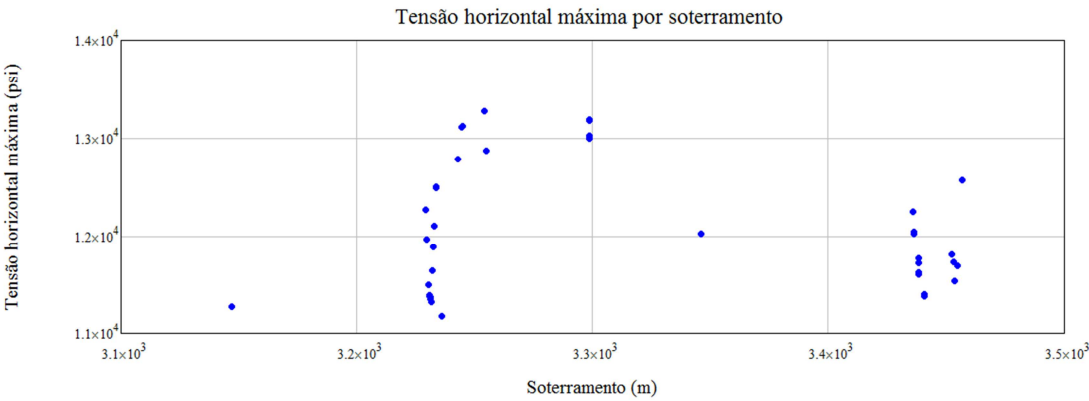


Figura 7-17: *Tensão horizontal máxima por profundidade do poço C (modelo poroelástico)*

Poço C

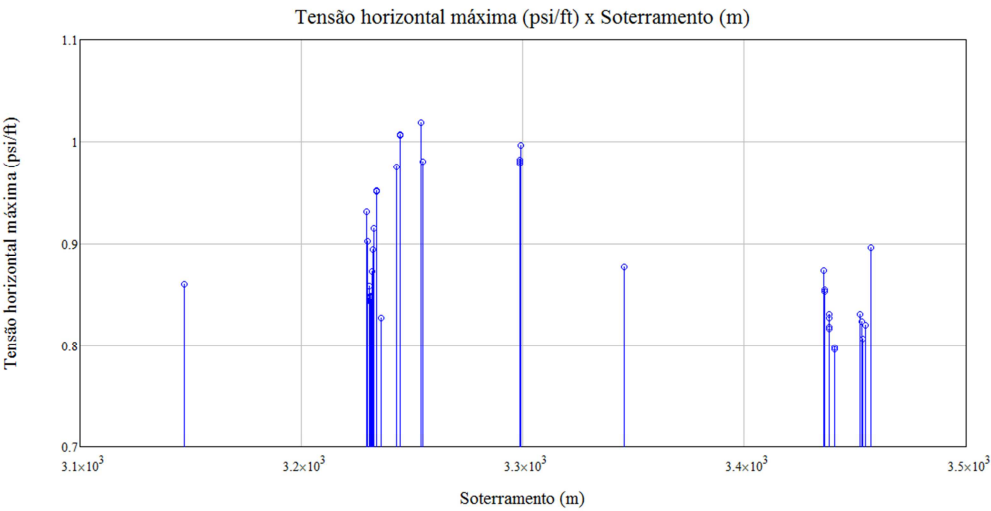


Figura 7-18: *Gradiente da tensão horizontal máxima por profundidade do poço C (modelo poroelástico)*

A tabela (7.7) abaixo apresenta o resumo dos gradientes para os valores médios e o desvio padrão do valor do calculo da tensão horizontal máxima (σ_H) para cada poço de análise do modelo elástico e poroelástico.

Tabela 7.7: Valores médios e o desvio padrão do valor do cálculo da tensão horizontal máxima (σ_H) para cada poço de análise para o modelo elástico e poroelástico

Poços de correlação (breakout)	Poços analisados	Modelo adotado na determinação de SH	Média dos Gradiente da tensão horizontal máxima (psi/ft)	Desvio padrão da tensão horizontal máxima (psi/ft)
Poço E	Poço D	Elástico	0.77	0.043
		Poroelástico	0.73	0.042
Poço A	Poço A	Elástico	0.973	0.066
		Poroelástico	0.72	0.064
	Poço B	Elástico	0.94	0.066
		Poroelástico	0.92	0.064
	Poço C	Elástico	0.91	0.066
		Poroelástico	0.89	0.065

Os gráficos abaixo apresentam o valor da tensão horizontal máxima (valor mais provável, limite inferior e superior) em profundidade do modelo elástico e poroelástico dos poços de análise.

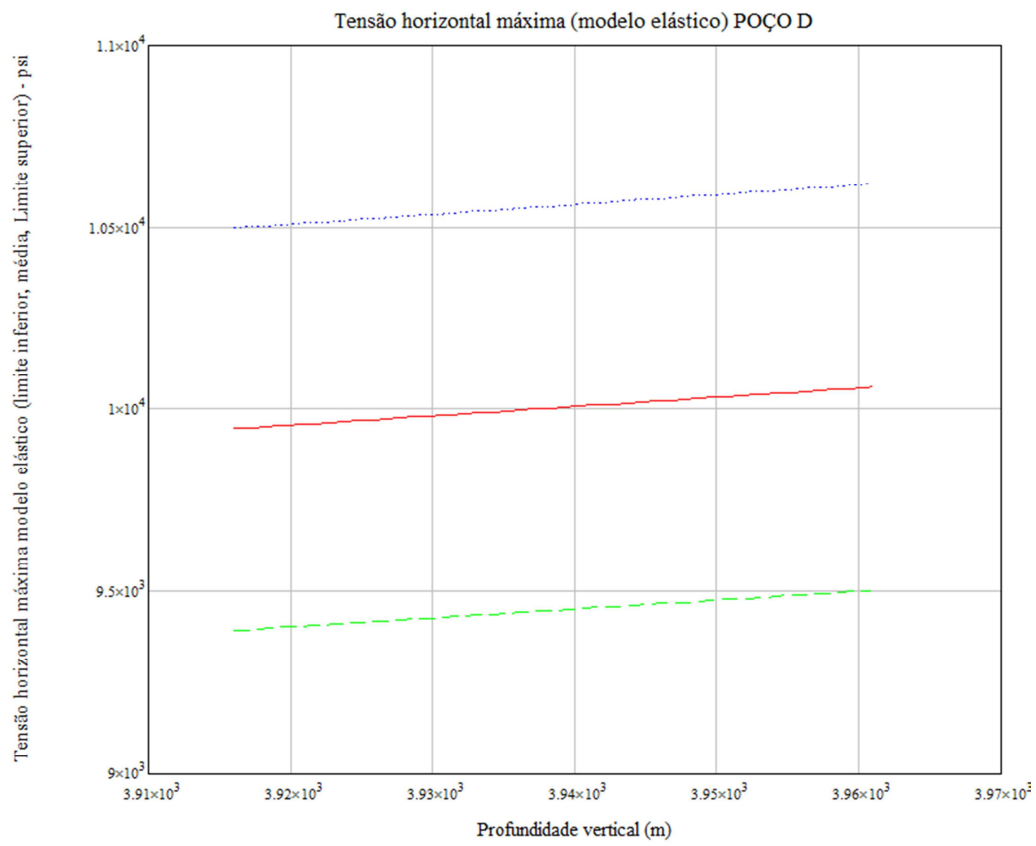


Figura 7-19: Valores da tensão horizontal máxima para uso no método determinístico para o modelo elástico do poço D

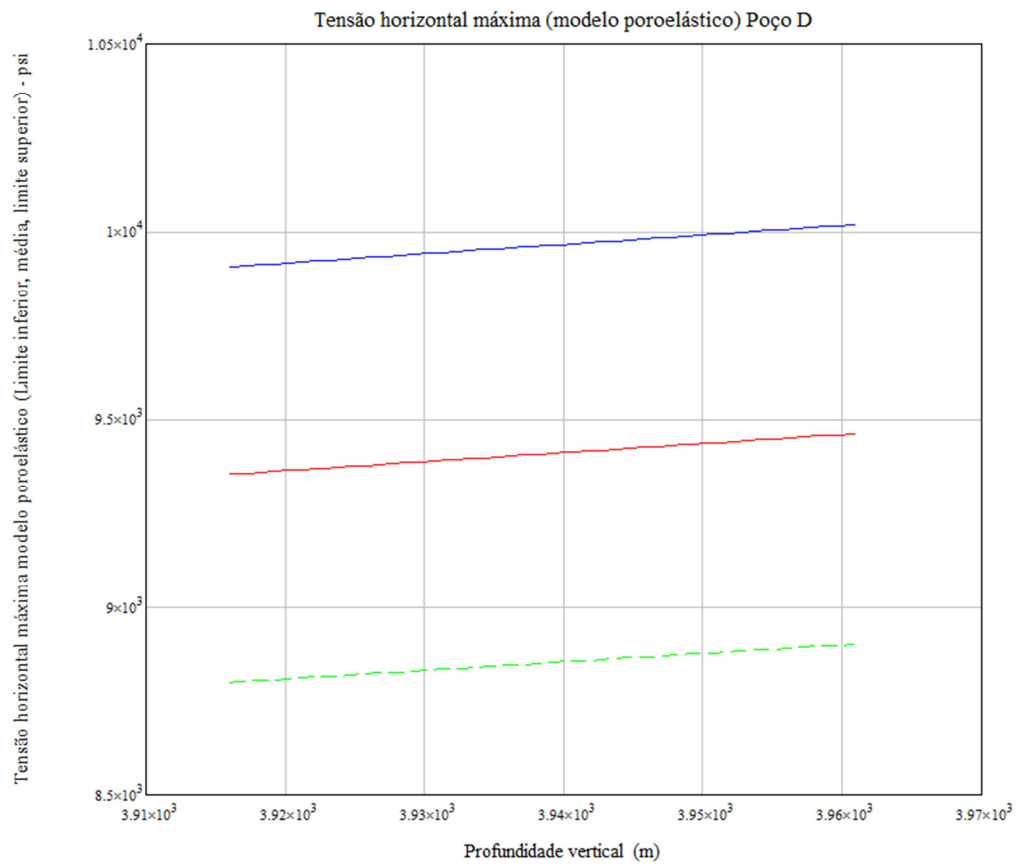


Figura 7-20: Valores da tensão horizontal máxima para uso no método determinístico para o modelo poroelástico do poço D

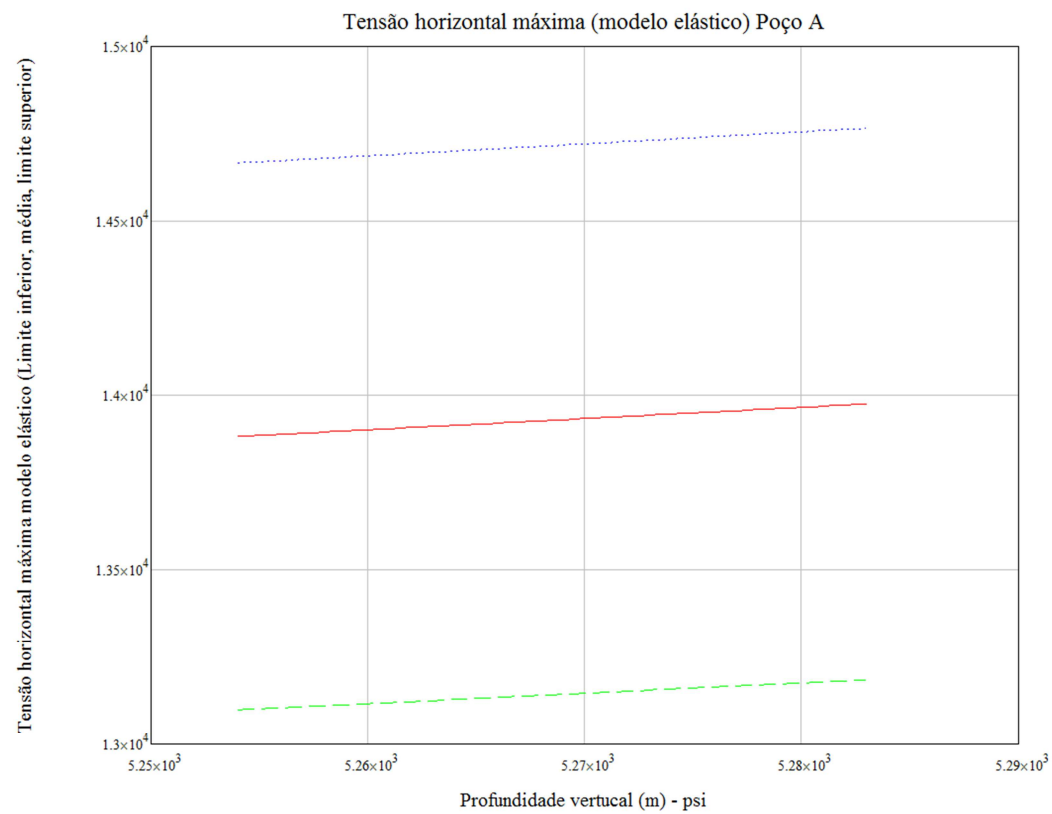


Figura 7-21: Valores da tensão horizontal máxima para uso no método determinístico para o modelo elástico do poço A

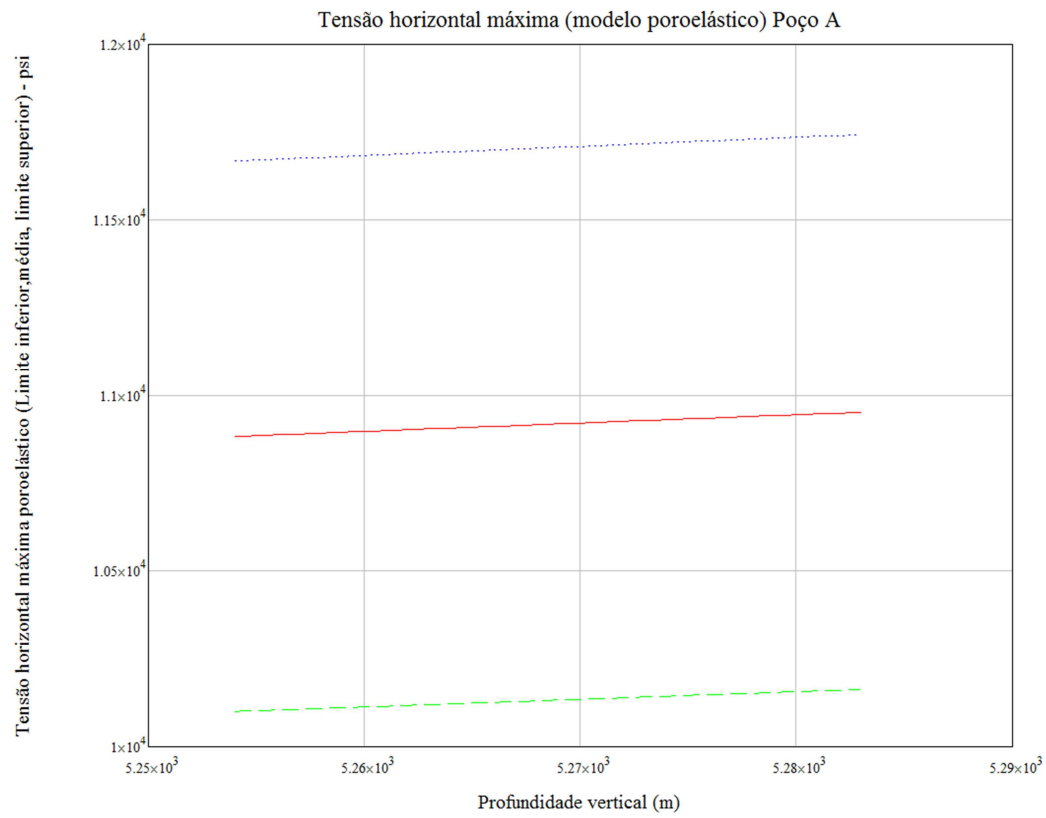


Figura 7-22: Valores da tensão horizontal máxima para uso no método determinístico para o modelo poroelástico do poço A

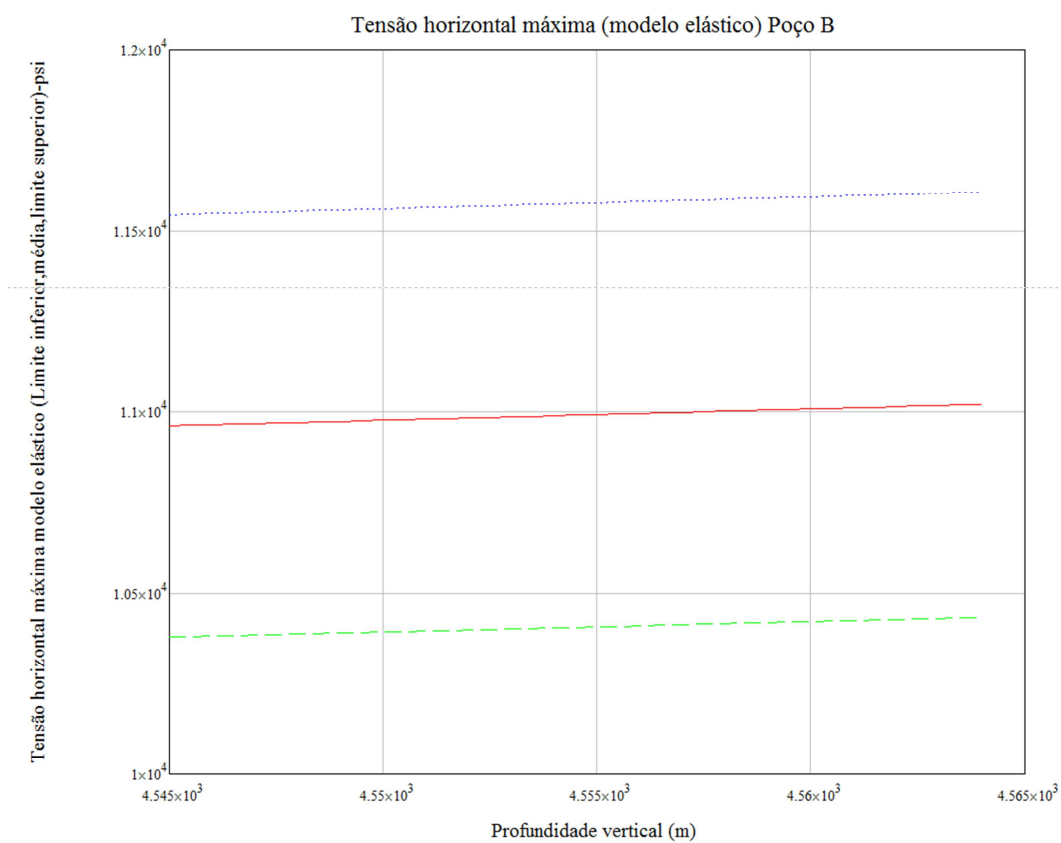


Figura 7-23: Valores da tensão horizontal máxima para uso no método determinístico para o modelo elástico do poço B

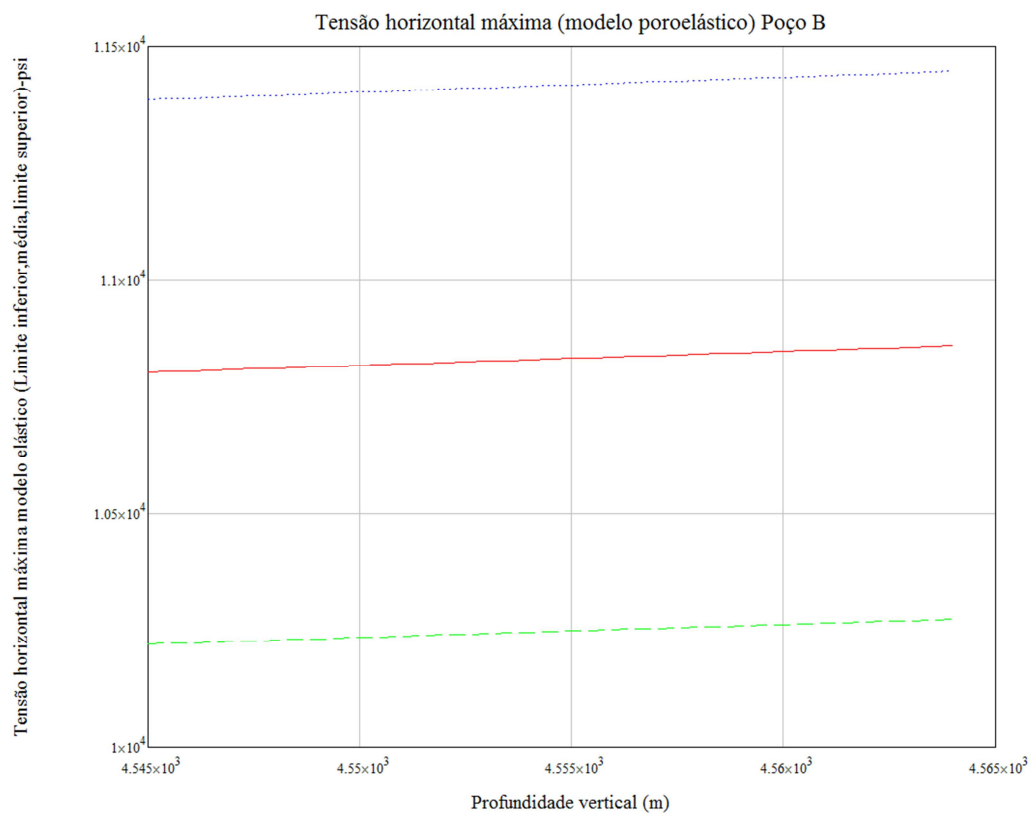


Figura 7-24: Valores da tensão horizontal máxima para uso no método determinístico para o modelo poroelástico do poço B

Poço C

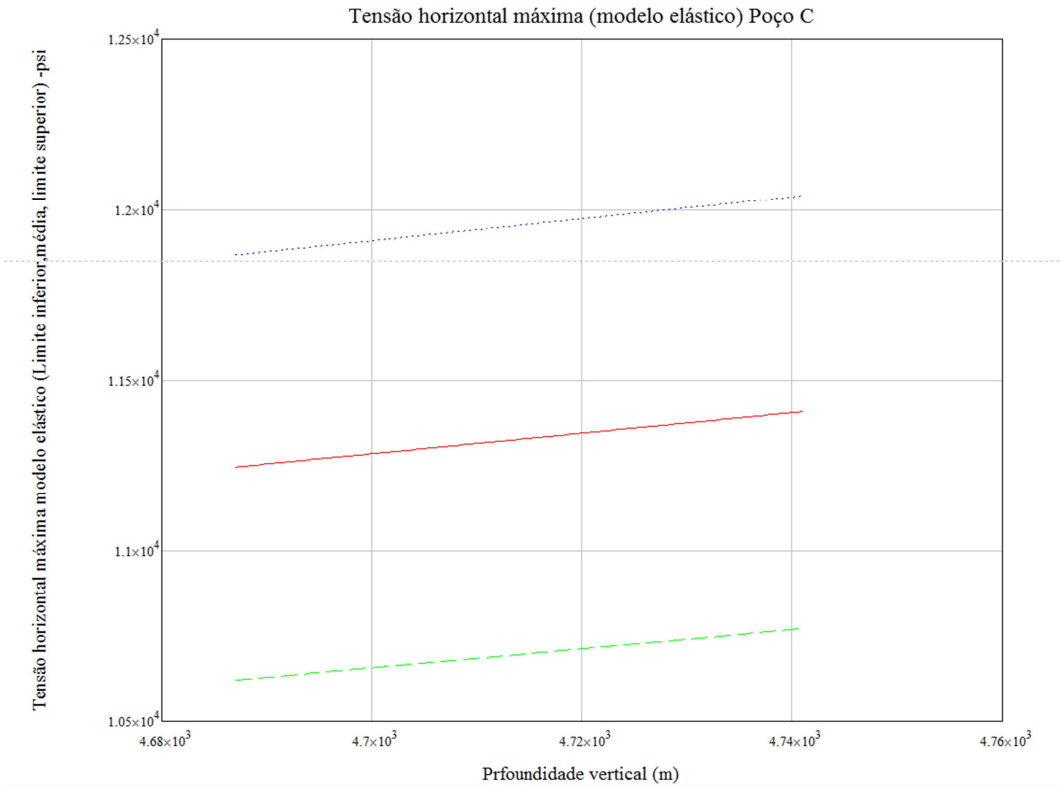


Figura 7-25: Valores da tensão horizontal máxima para uso no método determinístico para o modelo elástico do poço C

Poço C

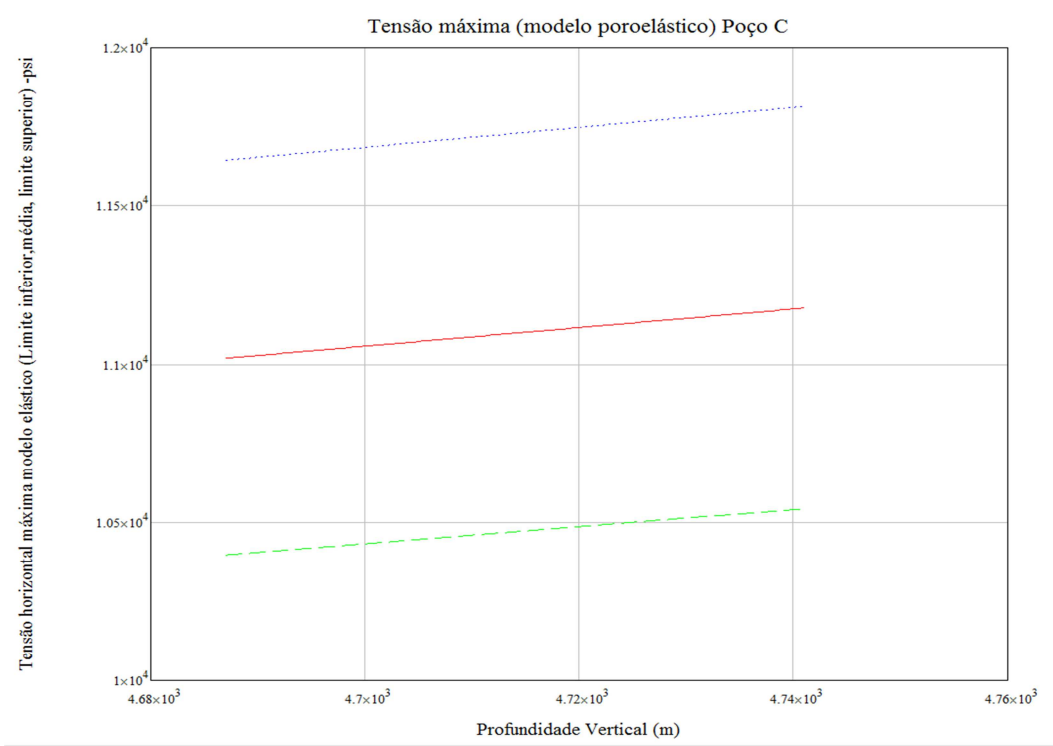


Figura 7-26: Valores da tensão horizontal máxima para uso no método determinístico para o modelo poroelástico do poço C