

4

Avaliação do Desempenho do Permeâmetro de Vazão Constante de Campo

Este capítulo descreve a avaliação do desempenho do permeâmetro cravado. Nele está descrita o procedimento dos ensaios realizados e os resultados obtidos tanto no ambiente laboratorial como no campo os quais serviram para os ajustes do equipamento.

4.1. Procedimento do ensaio

Antes de utilizar o equipamento torna-se necessária a saturação das placas porosas observando os procedimentos estabelecidos em Head (1986).

O permeâmetro pode ser cravado através de uma perfuratriz hidráulica na profundidade desejada. Alternativamente, pode-se escavar até uma profundidade de cerca de 1m acima da cota que se deseja ensaiar e, a partir desta profundidade, proceder à cravação do permeâmetro empregando uma perfuratriz hidráulica.

Com o permeâmetro na posição desejada, procede-se a saturação das linhas de medição de poropressão. A saturação é conduzida através da injeção de água nas linhas de medição a partir da superfície empregando um vaso de Mariotte. Recomenda-se injetar uma quantidade de água equivalente a pelo menos 5 vezes o volume das linhas de drenagem e das cavidades de medição, para poder ter garantido que as mesmas se encontrem totalmente saturadas sem a presença de alguma bolha de ar.

Caso se deseje determinar a condutividade hidráulica em uma zona vadosa é necessário proceder à saturação do meio. A saturação pode ser realizada através do emprego de um vaso de Mariotte. Neste caso, recomenda-se injetar uma quantidade de água equivalente a pelo menos 3 vezes o volume de poros da massa de solo compreendida em um raio de 10cm do permeâmetro. A porosidade do meio pode ser obtida das indicações feitas por Freeze e Cherry (1979).

Uma vez saturados o meio poroso e as linhas do permeâmetro procede-se a injeção de água através da bomba de seringa. O fluido injetado é preferencialmente o fluido intersticial do meio. Na falta deste pode-se empregar uma água.

Durante a aplicação da vazão constante são monitoradas a diferença de carga medida pelo transdutor diferencial de pressão e o deslocamento do êmbolo da seringa através do transdutor de deslocamento. Ambos os transdutores são excitados pelo equipamento de aquisição de dados e as suas leituras são condicionadas e armazenadas pelo mesmo equipamento. Os sinais são adquiridos em intervalos de 1s. Na tela deste equipamento durante a realização do ensaio é traçada a variação temporal da diferença de carga. Quando esta variação permanece constante ao longo do tempo o ensaio é encerrado. Na Figura 4.1 é mostrado o esquema do prova realizada com o permeâmetro desenvolvido.

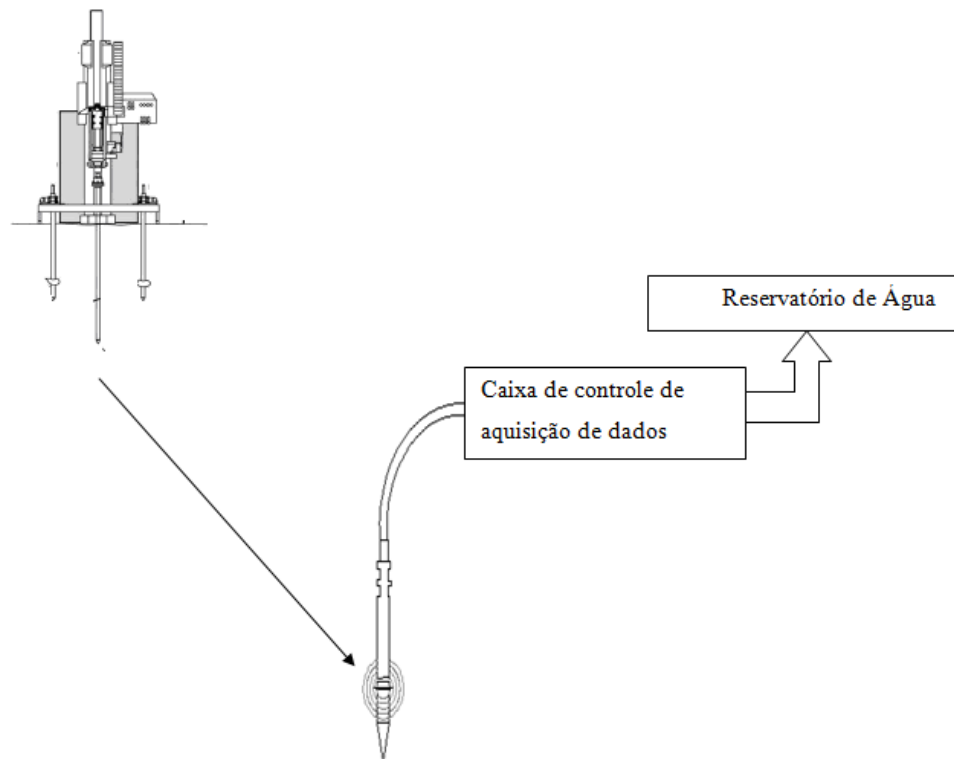


Figura 4.1 Representação esquemática do permeâmetro desenvolvido

A condutividade hidráulica é calculada empregando a seguinte expressão (Lowry et.al. 1998):

$$k = \frac{Q \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)}{4\pi \cdot (\Delta h)} \quad (4.1)$$

Onde:

Q = vazão de injeção aplicada durante o ensaio,

r_1 e r_2 = distâncias entre o ponto de imposição de fluxo e os pontos de medição da poropressão,

Δh = cargas de pressão medidas durante o ensaio

Recomenda-se repetir o ensaio com pelo menos duas vazões adicionais para verificar a validade do resultado obtido.

4.2. Programa Experimental

O programa experimental foi realizado tanto nas instalações do laboratório de Geotecnia da PUC-Rio, como no campo experimental II da mesma, cuja localização se encontra ressaltada num círculo de cor azul e esta descrita na Figura 4.2.

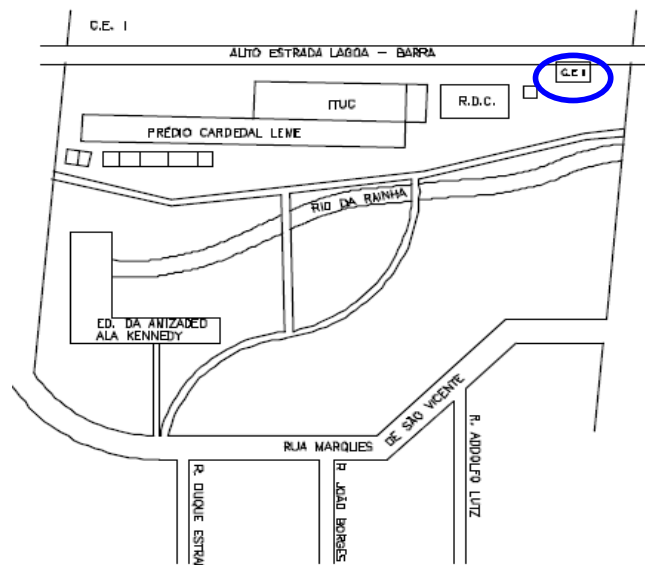


Figura 4.2 Localização do campo experimental II

4.2.1. Ensaio de laboratório

Os solos ensaiados no ambiente laboratorial tratam-se de uma areia mal graduada com pouco o nada de fino (SP), e um material argilo-arenoso a qual foi coletada do campo experimental da PUC-Rio. Nestes dois tipos de solos realizaram-se ensaios de permeabilidade de carga variável com a qual se obteve as seguintes condutividades hidráulicas as quais são mostradas nas tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1 Resultados dos ensaios de carga variável para a areia (SP)

k_s (cm/s)	$1,90 \times 10^{-3}$	$3,10 \times 10^{-3}$
--------------	-----------------------	-----------------------

Tabela 4.2 Resultados dos ensaios de carga variável para o material argilo – arenoso.

k_s (cm/s)	$1,85 \times 10^{-4}$	$3,56 \times 10^{-4}$
--------------	-----------------------	-----------------------

4.2.1.1. Resultados dos ensaios de laboratório

Estes ensaios foram realizados no dia 10/08/2008, tendo os respectivos cuidados de compactação dos moldes para que as permeabilidades dos mesmos não variem com respeito aos ensaios de carga variável realizados, assim como fora cuidada a saturação do solo a ensaiar.

Os três ensaios tiveram as seguintes características:

- o primeiro fora aplicada uma vazão constante de 0,03337 cm³/s
- o segundo ensaio com uma vazão constante de 0,04008 cm³/s.
- o terceiro ensaio com uma vazão constante de 0,0501cm³/s

Os resultados dos ensaios realizados no 10/08/2008 estão descritos na Tabela 4.3 e nas Figuras 4.3, a 4.5.

Tabela 4.3 Resultados dos ensaios realizados com o permeômetro na areia

Vazão (cm ³ /s)	0,03337	0,04008	0,0501
k_s (cm/s)	$1,93 \times 10^{-3}$	$2,46 \times 10^{-3}$	$2,89 \times 10^{-3}$

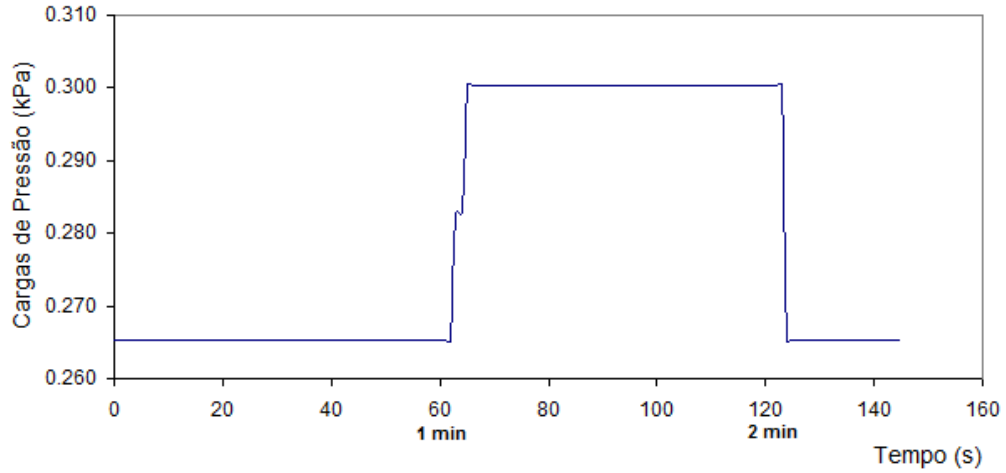


Figura 4.3 Variação da pressão diferencial durante o ensaio realizado com a vazão de injeção de $0.03337 \text{ cm}^3/\text{s}$

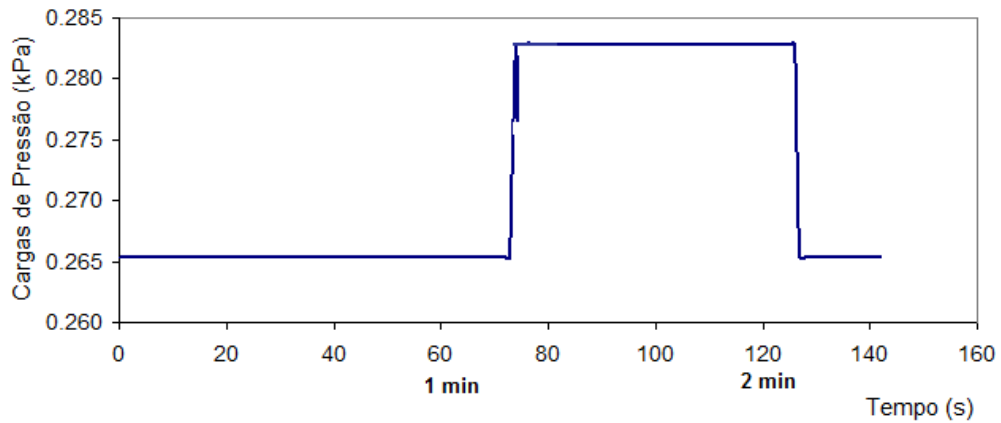


Figura 4.4 Variação da pressão diferencial durante o ensaio realizado com a vazão de injeção de $0.04008 \text{ cm}^3/\text{s}$

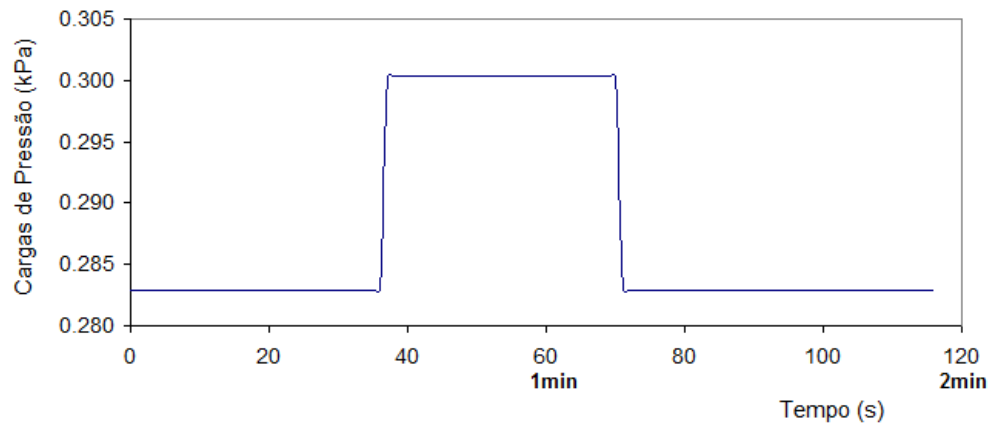


Figura 4.5 Variação da pressão diferencial durante o ensaio realizado com a vazão de injeção de $0.0501 \text{ cm}^3/\text{s}$

Foram realizados também ensaios no solo argilo-arenoso, com o qual se teve a mesma consideração da preparação dos moldes.

Os dois ensaios realizados neste material tiveram a seguintes características:

- o primeiro fora aplicada uma vazão constante de $0,00167 \text{ cm}^3/\text{s}$
- o segundo ensaio com uma vazão constante de $0,0167 \text{ cm}^3/\text{s}$.

Os resultados dos ensaios realizados são mostrados a continuação na tabela 4.4. e as Figuras 4.6 e 4.7.

Tabela 4.4 Resultados dos ensaios realizados com o permeâmetro na areia

Vazão (cm^3/s)	0,00167	0,0167
k_s (cm/s)	$1,84 \times 10^{-4}$	$6,63 \times 10^{-4}$

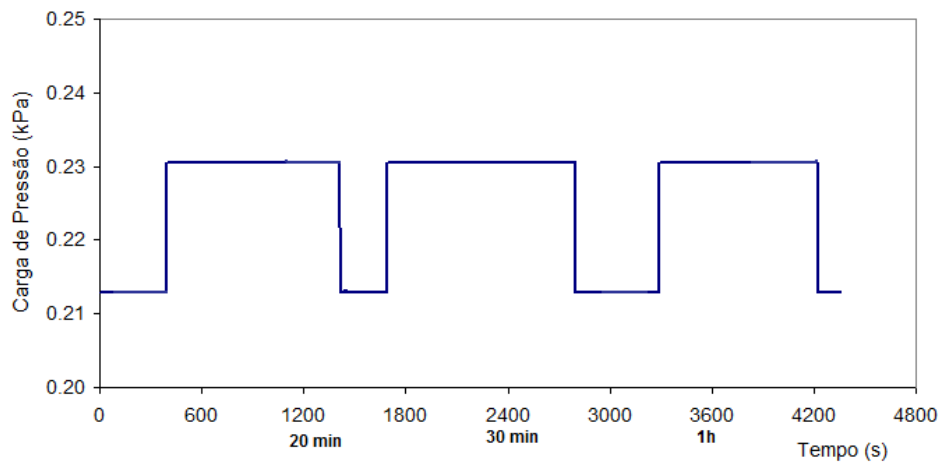


Figura 4.6 Variação da pressão diferencial durante o ensaio realizado com a vazão de injeção de $0,00167 \text{ cm}^3/\text{s}$

Por motivos de manuseio do equipo neste ensaio fora aplicada a vazão e esperado um determinado tempo para a recuperação das cargas as suas condições iniciais por isso se mostra na Figura 4.5 as subidas e descidas respectivamente ocasionadas.

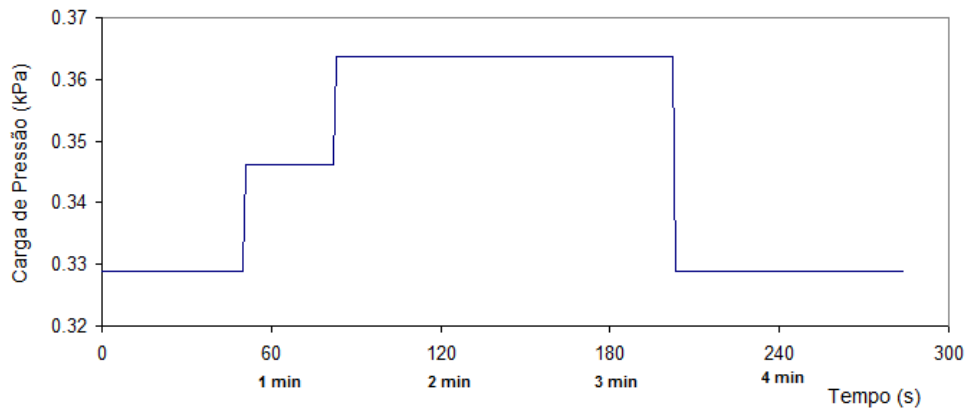


Figura 4.7 Variação da pressão diferencial durante o ensaio realizado com a vazão de injeção de $0,0167 \text{ cm}^3/\text{s}$

4.2.2. Ensaio no campo experimental II PUC-RIO

Para a realização dos ensaios no campo experimental teve-se como principal motivo da escolha do local a facilidade de acesso, a segurança dos equipamentos e a existência de pesquisas já realizadas no local. Neste local foram conduzidos estudos de caracterização geológica e geotécnica (Sertã, 1986; Daylac, 1994) assim como ensaios de condutividade hidráulica (Diniz, 1998).

O solo ensaiado trata-se de um solo coluvionar maduro de aspecto homogêneo, argilo-arenoso com fração de argila em torno de 60% a 65%, silte e areia em torno de 10%, e fração areia-grossa em torno de 20%. Este solo possui uma condutividade hidráulica saturada de ordem de 10^{-6} cm/s .

4.2.2.1. Resultados dos ensaios realizados no campo experimental

Os ensaios foram realizados no dia 15/09/2008. Nos dias que antecederam os ensaios choveu bastante na Cidade do Rio de Janeiro, o que favoreceu a saturação do meio poroso e impediu a realização de ensaios com o permeâmetro de Guelph.

Os três ensaios tiveram as seguintes características:

- o primeiro com uma vazão constante de $0,000167 \text{ cm}^3/\text{s}$
- o segundo ensaio com uma vazão constante de $0,00167 \text{ cm}^3/\text{s}$.
- o terceiro ensaio com uma vazão constante de $0,0167 \text{ cm}^3/\text{s}$

Os resultados dos ensaios realizados no 15/09/2008 estão descritos na Tabela 4.5 e nas Figuras 4.8, a 4.13.

Tabela 4.5 Resultados dos ensaios realizados com o Permeâmetro

Vazão (cm ³ /s)	0,000167	0,00167	0,0167
k _S (cm/s)	5,58 x10 ⁻⁵	6,91 x10 ⁻⁵	6,59 x10 ⁻⁵

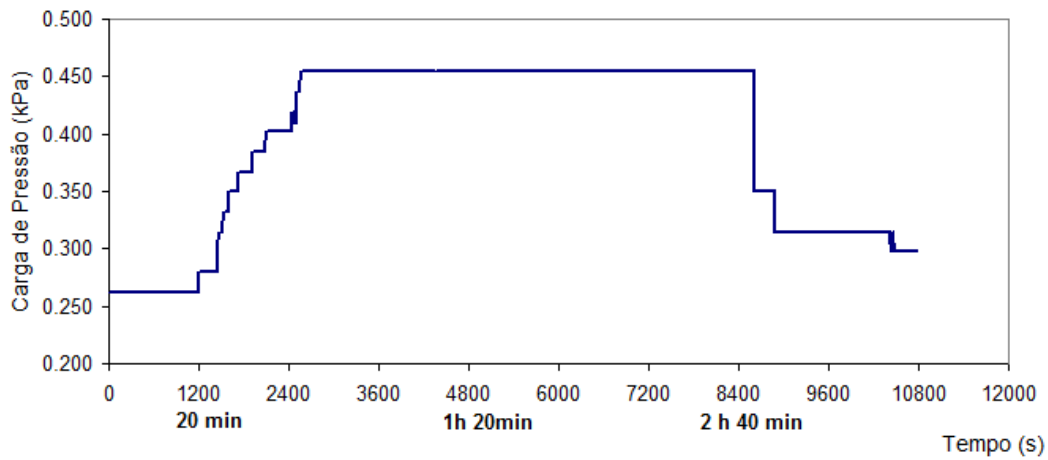


Figura 4.8 Variação da pressão diferencial durante o ensaio realizado com a vazão de injeção de 0.000167 cm³/s

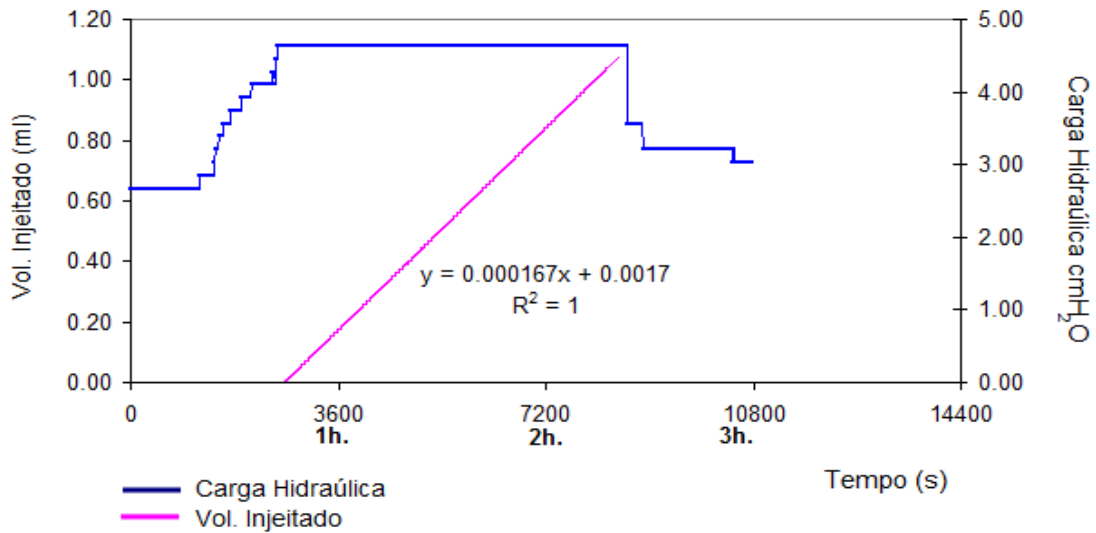


Figura 4.9 Variação da carga hidráulica e da injeção para o ensaio com vazão de 0.000167 cm³/s

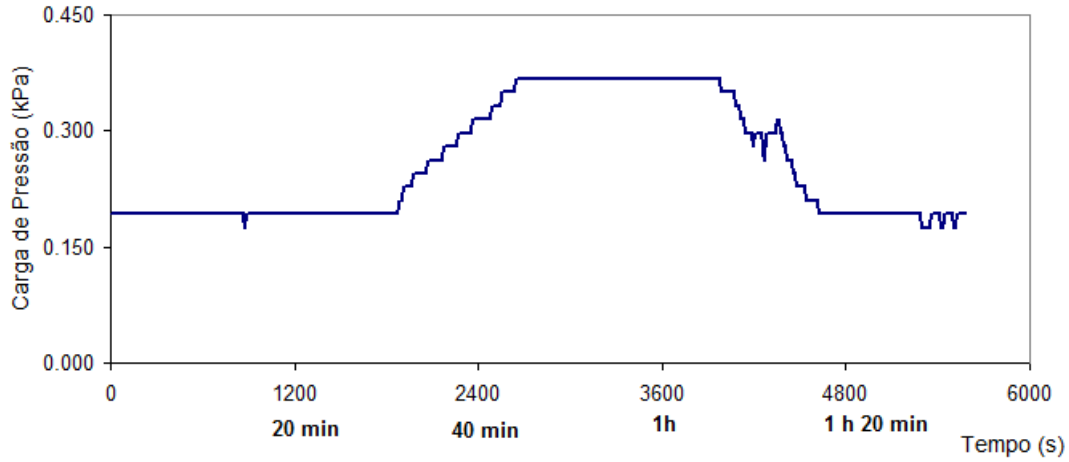


Figura 4.10 Variação da pressão diferencial durante o ensaio realizado com a vazão de injeção de 0.00167 cm³/s

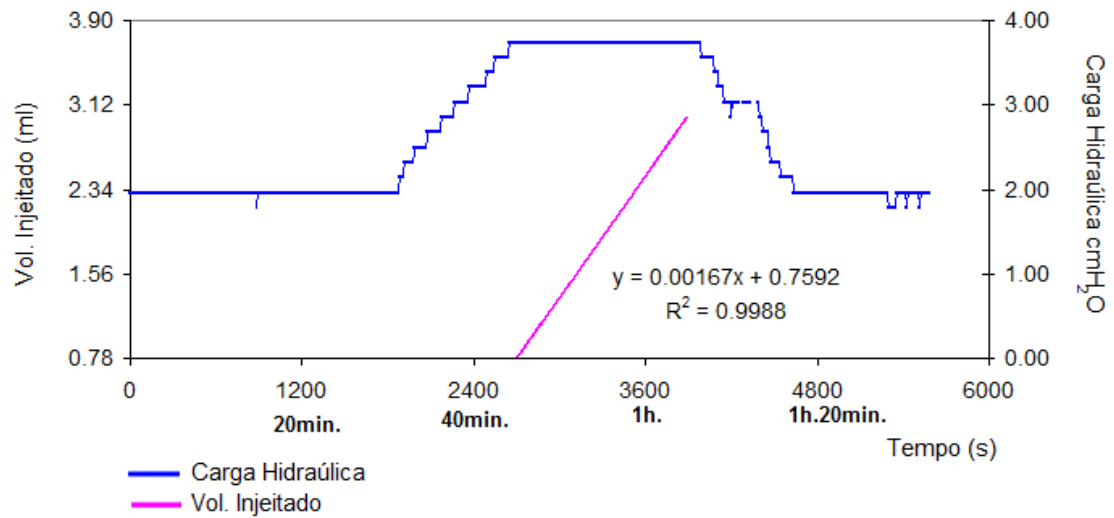


Figura 4.11 Variação da carga hidráulica e da injeção para o ensaio com a vazão de 0.00167 cm³/s

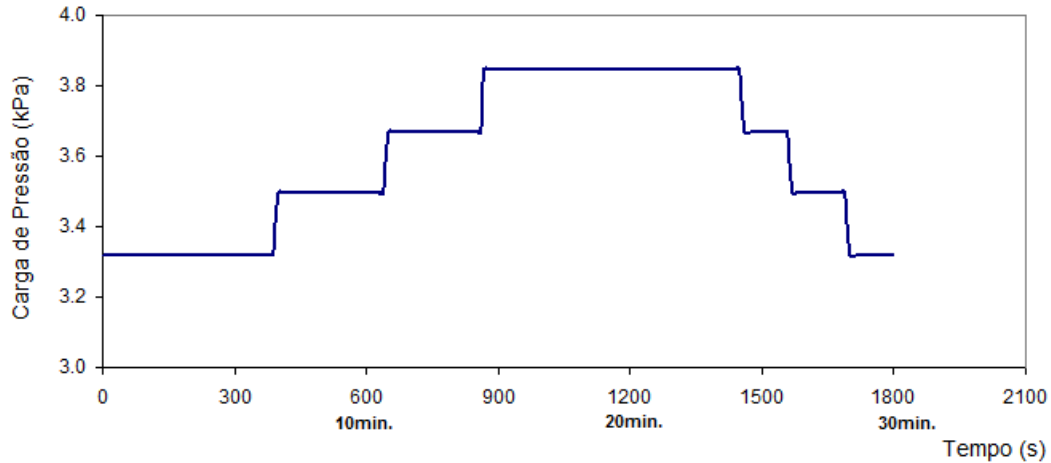


Figura 4.12 Variação da pressão diferencial durante o ensaio realizado com a vazão de injeção de 0,0167 cm³/s

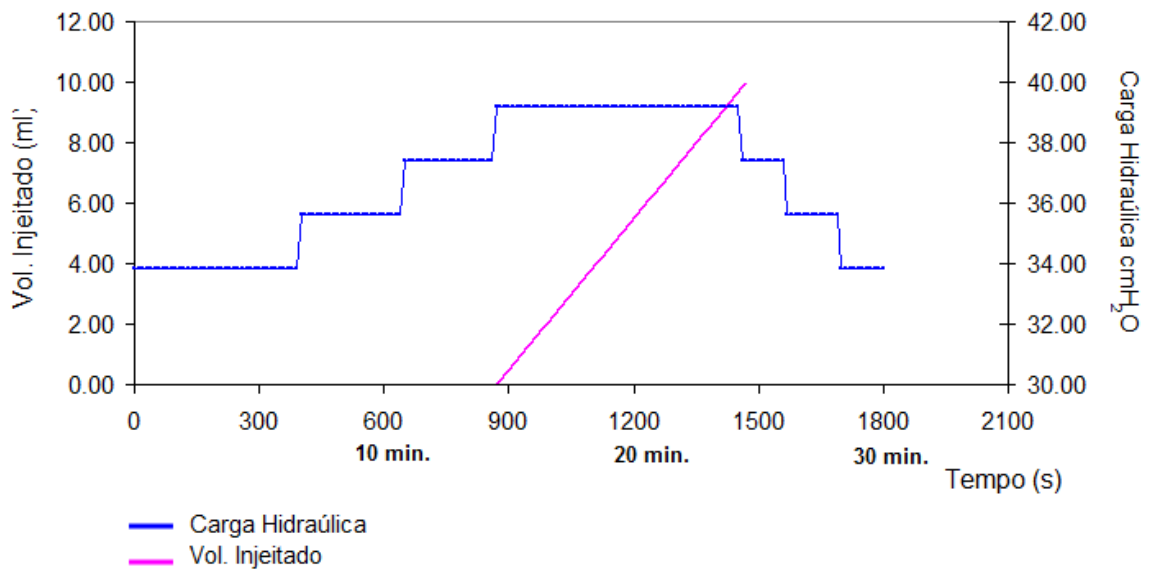


Figura 4.13 Variação da carga hidráulica e da injeção para o ensaio com a vazão de 0.0167 cm³/s

Os resultados do programa experimental mostraram que a condutividade hidráulica pouco variou com a variação da taxa de injeção. Este comportamento sugere uma boa repetibilidade nas medições do permeâmetro. Os valores determinados estão próximos daqueles determinados por Diniz (1998) empregando o permeâmetro de Guelph.