

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

LARISSA LOURENÇO RAMOS ZIPOLI
LUÍSA PALHETA BARAKAT

**REBAIXAMENTO TEMPORÁRIO DE AQUÍFEROS:
Estudo aplicado na Linha 5 Lilás do Metrô**

São Paulo
2019

LARISSA LOURENÇO RAMOS ZIPOLI
LUÍSA PALHETA BARAKAT

**REBAIXAMENTO TEMPORÁRIO DE AQUÍFEROS:
Estudo aplicado na Linha 5 Lilás do Metrô**

Versão Original

Trabalho de Formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do bacharelado em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Geotécnica

Orientador: Prof. Dr. José Orlando Avesani Neto

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Zipoli, Larissa Lourenço Ramos

Barakat, Luísa Palheta

Rebaixamento temporário de aquíferos: uma metodologia prática / Larissa Lourenço Ramos Zipoli, Luísa Palheta Barakat; orientador, José Orlando Avesani Neto. – 2019, 183 fl.

Trabalho de Formatura – Programa de Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Versão Original

AGRADECIMENTOS

Ao nosso professor orientador, José Orlando Avesani Neto, pela oportunidade, apoio e paciência durante a elaboração deste trabalho.

Aos futuros colegas de profissão Willian Carreira e Edson Massicano, que se dispuseram em nos ajudar com o estudo de caso, e nos oferecendo, além de leituras, relatórios e desenhos, seu tempo.

Aos profissionais e professores Urbano Alonso, Maurício Abramento e Fernando Marinho, por sanarem nossas dúvidas, e estarem presentes e disponíveis neste momento final da nossa graduação.

Aos meus pais, pela força e incentivo a perseverar. À Inês por me mostrar o quão longe eu já cheguei. E a todos os colegas e amigos que fizeram parte desta trajetória.

Luísa Barakat

Ao meu pai, por ter me ensinado a ser forte e a enfrentar todas as dificuldades desta jornada. À minha mãe, por ter me educado toda a sua bondade e, ao meu irmão, por me mostrar que é sempre tempo de mudar. Agradeço aos amigos por serem família nestes cinco anos e aos colegas de trabalho e professores, inspiração e norte na realização deste sonho.

Larissa Zipoli

RESUMO

Este trabalho apresenta as metodologias para o desenvolvimento de projetos de sistemas temporários de rebaixamento de aquíferos em escavações, a fim de que estas possam ser executadas “a seco” durante o desenvolvimento da obra.

A princípio este estudo se propõe a demonstrar um fluxograma de cálculo em que se defina, segundo a literatura técnica e a experiência prática, a obtenção das variáveis do problema antes da execução e a sua posterior validação de estimativas.

O fluxograma de cálculo foi aplicado em um estudo de caso com a finalidade de se comparar as vazões obtidas nos cálculos analíticos, pela metodologia apresentada, com os valores verificados em campo.

O estudo de caso analisado baseou-se nos sistemas de rebaixamento empregados em parte da extensão da Linha 5 Lilás do Metrô de São Paulo, com foco nas unidades construtivas do Poço de Ventilação e Saída de Emergência (PVSE) Delmiro Sampaio e da Estação Adolfo Pinheiro, as quais foram monitoradas durante toda a operação destes sistemas.

Por fim, após comparar as vazões lidas em campo com aquelas obtidas analiticamente, concluiu-se que as vazões teóricas são muito superiores às vazões reais. Além disso, as vazões apresentam alta sensibilidade às variações do coeficiente de permeabilidade. Assim, embora seja fundamental uma correta consideração da geometria equivalente do arranjo do sistema e uma interpretação apropriada do substrato geológico, mostra-se mais relevante dedicar maior esforço para obtenção do coeficiente de permeabilidade de maneira mais exata, a fim de se projetar sistemas mais confiáveis, eficientes e econômicos.

Palavras-chave: Sistemas de rebaixamento. Dimensionamento. Cálculo de vazões.

ABSTRACT

This work presents the methodologies for the development of temporary dewatering system projects over excavations, so that these excavations can be performed “dry” during the development of the work.

At first, this study aimed to demonstrate a calculation flowchart that defines, according to the technical literature and practical experience, the obtaining of the problem variables before execution and the subsequent validation of estimates.

The calculation flowchart was applied in a study case with the purpose of comparing the flows obtained analytically, by the methodology presented, with the values verified in field.

The study case analyzed dealt with the construction of part of the extension of Line 5 Lilac of the São Paulo Metro, focusing on the dewatering systems for the Delmiro Sampaio Ventilation and Emergency Exit and Adolfo Pinheiro Station, which were monitored during their operation.

Finally, after comparing field flow rates with those obtained analytically, it can be concluded that analytical flow rates are higher than those verified in site. Also, these flow rates are very sensitive to hydraulic conductivity. Therefore, although a correct consideration of the equivalent geometry of the system arrangement, as well as a good interpretation of the geological substrate and the adoption of an appropriate simplified profile, are key aspects for more assertive system design, it is fundamental that greater relevance should be given to the effort to obtain hydraulic conductivity more accurately in order to design more reliable, efficient and economical systems.

Keywords: Dewatering systems. Design. Flow calculation.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição vertical da água no subsolo.....	18
Figura 2 - Aquíferos confinados (artesianos) e não confinados (freáticos).....	20
Figura 3 - Aquífero confinado “provocado”.....	21
Figura 4 - Diferença entre medidas de Piezômetros (PZ) e Indicadores de Nível d'Água (INA).....	21
Figura 5 - Ilustração do teorema de Bernoulli.....	24
Figura 6 - Ilustração do experimento de Darcy.....	25
Figura 7 - Trajetória real x trajetória aparente da água no solo.....	26
Figura 8 - Elemento na zona saturada com dimensões $\Delta x \times \Delta y \times \Delta z$, atravessado por fluxo d'água na direção x.....	31
Figura 9- Arranjo usual de um sistema de rebaixamento por ponteiras.....	32
Figura 10 - Cone de rebaixamento de uma fonte circular.....	35
Figura 11 - Distâncias medidas durante bombeamento de poços no Vale do Rio Mississipi.....	36
Figura 12 - Distância da fonte linear.....	37
Figura 13 - Fluxograma de decisão sobre a fonte do sistema.....	38
Figura 14 - Situações de fluxo: (a) gravitacional, (b) artesiano e (c) misto.....	39
Figura 15 - Fluxograma para casos de fonte linear.....	41
Figura 16 - Fluxograma para casos de fonte circular.....	41
Figura 17 - Sistema parcialmente e totalmente penetrante.....	42
Figura 18 - Fluxo gravitacional, uma fonte linear, vala totalmente (a) e parcialmente penetrante (b).....	43
Figura 19 - Correção da altura da freática para fluxo gravitacional e vala totalmente penetrante.....	44
Figura 20 - Fluxo artesiano, uma fonte linear, vala totalmente (a) e parcialmente penetrante (b).....	45
Figura 21 - Determinação do fator E_A	47
Figura 22 - Fluxo gravitacional, 2 fontes lineares, parcialmente penetrante.....	48
Figura 23 - (a) Gráfico para obtenção de λ ; (b) fluxo artesiano, 2 fontes lineares, 1 vala parcialmente penetrante.....	49
Figura 24 - Fluxo gravitacional, 2 fontes lineares, 2 valas equivalentes parcialmente penetrantes.....	50
Figura 25 - Determinação dos fatores C1 e C2.....	50
Figura 26 - Fluxo artesiano, 2 fontes lineares, 2 valas equivalentes parcialmente penetrantes.....	51
Figura 27 – Poços reais e imaginários (a); uma fonte linear em fluxo artesiano (b) e gravitacional (c).....	52
Figura 28 – Fluxo gravitacional, fonte circular, poço totalmente (a) e parcialmente penetrante (b).....	53
Figura 29 - Fluxo artesiano, fonte circular, poço totalmente penetrante.....	54
Figura 30 - Evolução da distância de influência: antes de ligar o sistema, no instante imediato de ligação e após estabilização.....	60
Figura 31 - Vazios com água que pode ser drenada por gravidade.....	63
Figura 32 - Esquemas ilustrativos para a determinação do coeficiente de armazenamento em um aquífero confinado (a) e da porosidade efetiva em um aquífero livre (b).....	64

Figura 33 – Fluxograma dos tipos de bombeamento.	65
Figura 34 –Translação dos eixos da fórmula de Theis.	72
Figura 35 - Planta Chave do Lote 1 da Linha 5 Lilás do Metrô de São Paulo. PVSE Delmiro Sampaio e Estação Adolfo Pinheiro indicadas em vermelho.	77
Figura 36 - Projeto do poço profundo para instalação da bomba submersa.	78
Figura 37 - Planta do projeto de rebaixamento para a Estação Adolfo Pinheiro.	80
Figura 38 - Planta do projeto de rebaixamento do Poço de Ventilação e Emergência (PVSE) Delmiro Sampaio.	81
Figura 39 - Indicação dos pontos referentes às unidades construtivas PVSE e Estação Adolfo Pinheiro na Carta Geotécnica do Município de São Paulo.	83
Figura 40 - Perfil do PVSE Delmiro Sampaio. Fonte: Consórcio LARGO 13 (2009).	86
Figura 41 - Perfil da Estação Adolfo Pinheiro.	87
Figura 42 - Detalhe da caixa de proteção do PBS com o hidrômetro e o INA.	89
Figura 43 - Leituras de vazão dos poços PBS do PVSE Delmiro Sampaio.	91
Figura 44- Leituras de nível d'água dos poços PBS do PVSE Delmiro Sampaio.	91
Figura 45 - Leituras de vazão dos poços PBS da Estação Adolfo Pinheiro.	92
Figura 46 - Leituras de nível d'água dos poços PBS da Estação Adolfo Pinheiro.	92
Figura 47 - Perfis simplificados propostos para os casos de aquífero livre total e parcialmente penetrante. PVSE Delmiro Sampaio.	95
Figura 48 - Perfis simplificados propostos para os casos de aquífero confinado total e parcialmente penetrante. PVSE Delmiro Sampaio.	96
Figura 49 - Perfis simplificados propostos para os casos de aquífero livre total e parcialmente penetrante. Estação Adolfo Pinheiro.	102
Figura 50 - Perfis simplificados propostos para os casos de aquífero confinado total e parcialmente penetrante. Estação Adolfo Pinheiro.	103
Figura 51 - Variação da vazão em função do coeficiente de permeabilidade - PVSE Delmiro Sampaio.	105
Figura 52 - Variação da vazão em função do coeficiente de permeabilidade. Estação Adolfo Pinheiro.	110

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de grandes projetos de rebaixamento de aquíferos no início do século XIX.	16
Tabela 2 - E_A/D em função de W/D	47
Tabela 3 - Variáveis para cálculo da vazão individual.....	56
Tabela 4 - Resumo das variáveis do pré-dimensionamento do sistema de rebaixamento.	57
Tabela 5 - Valores típicos de espaçamento para sistema de ponteiros.....	58
Tabela 6 - Fatores de segurança.....	61
Tabela 7 – Tabela resumo para cálculo de T, S e R a partir de ensaios de bombeamento. .	69
Tabela 8 - Faseamento do sistema de PBS da Estação Adolfo Pinheiro.	79
Tabela 9 – Coeficiente de permeabilidade das unidades geológico-geotécnicas do estudo de caso.	84
Tabela 10 - Ensaio com piezômetros na região da Estação Adolfo Pinheiro.....	88
Tabela 11 – Descrição de projeto das cotas do poço PBS. PVSE Delmiro Sampaio.....	97
Tabela 12 - Descrição de projeto das cotas do poço PBS. Estação Adolfo Pinheiro.	100
Tabela 13 - Vazões analíticas para faixa de coeficientes de permeabilidade adotada - PVSE Delmiro Sampaio.....	104
Tabela 14 - Vazões analíticas para os coeficientes de permeabilidade fornecidos na fase de projeto - PVSE Delmiro Sampaio.....	104
Tabela 15 - Vazões analíticas para faixa de permeabilidade. Vala equivalente. Estação Adolfo Pinheiro.....	109
Tabela 16- Vazões analíticas para faixa de permeabilidade. Poço equivalente. Estação Adolfo Pinheiro.....	109

LSTA DE SÍMBOLOS

Aquíferos

k	coeficiente de permeabilidade ou condutividade hidráulica
S	coeficiente de armazenamento

Movimento de água no solo

σ	tensão total
σ'	tensão efetiva
u	pressão neutra

Conservação da energia

H	carga total
z	energia potencial
p	pressão atuante no fluido
γ	peso específico do fluido
v	velocidade de fluxo do fluido
g	aceleração da gravidade
γ_w	peso específico da água

Lei de Darcy

Q	vazão total
Δh	carga dissipada durante a percolação da água pelo solo
L	comprimento ao longo do qual há dissipação de energia
A	área atravessada pelo fluxo
q	velocidade de aparente ou de Darcy
n	porosidade do solo
v	velocidade real de fluxo
i	gradiente hidráulico
V_v	volume de vazios
V_t	volume total
A_v	área de vazios
A_t	área total

Coeficiente de permeabilidade (ou condutividade hidráulica)

C	constante utilizada na determinação empírica do coeficiente de permeabilidade
D_{10}	diâmetro efetivo do grão

Equação geral de fluxo

W	fluxo volumétrico por unidade de volume
S _s	armazenamento específico
t	tempo
h	altura piezométrica

Fontes do fluxo

C ₁	constante adotada para determinação do raio de influência
R	raio de influência da fonte circular
ΔH	desnível a ser rebaixado
A _e	área equivalente
b ₁ , b ₂	lados da geometria retangular de uma escavação
r _{eq}	raio da área circular equivalente
L	distância de influência da fonte linear

Cálculo da vazão de bombeamento

h	altura do nível d'água dinâmico em qualquer ponto y ou r
x	comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero
y	comprimento ao longo do eixo longitudinal do aquífero
D	espessura da camada permeável em situação confinada
h _e	profundidade do nível d'água estático na vala equivalente
h _o	altura real do nível d'água dinâmico na vala equivalente
h _s	altura livre em relação ao nível d'água dinâmico numa vala equivalente
h _D	altura do nível d'água residual à jusante da vala equivalente ou no centro da escavação
E _A	fator de correção de comprimento extra
λ	fator de correção da espessura da camada permeável
r	comprimento ao longo do eixo radial
r _w	raio do poço equivalente
h _w	altura do nível d'água dinâmico em um poço equivalente
Q _w	vazão de um poço equivalente
G	fator de correção para cálculo de fluxo artesianos em poço equivalente parcialmente penetrante
C ₂	constante adotada para determinação da vazão máxima
Q _{máx}	vazão máxima individual por poço ou ponteira

a	espaçamento entre poços ou ponteiras
n	quantidade de poços ou ponteiras
Q_{total}	vazão total a ser rebaixada pelo sistema
H_w	total de perda de carga no poço ou ponteira
H_e	perda de carga na entrada pelo filtro, pela malha ou pelo tubo perfurado
H_s	perda de carga devido à fricção da água com as paredes do poço/ponteira durante subida do fluxo
H_r	total de perda de carga no poço ou ponteira
FS	fator de segurança para pré-dimensionamento

Ensaio de bombeamento

S	coeficiente de armazenamento
\emptyset_e	porosidade efetiva
V_{vi}	volume de vazios interconectados
V_t	volume total de vazios
S_s	armazenamento específico
T	transmissividade
W (u)	função de poço
u	variável de Boltzman
t_0	tempo inicial
s	rebaixamento medido
s^*	rebaixamento corrigido
m	inclinação da reta

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO.....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1. DISTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	18
3.2. AQUÍFEROS	19
3.3. MOVIMENTO DE ÁGUA NO SOLO	22
3.3.1. CONSERVAÇÃO DA ENERGIA	23
3.3.2. LEI DE DARCY	24
3.3.3. COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (OU CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA)	27
3.3.4. EQUAÇÃO GERAL DE FLUXO	30
3.4. PROJETO DE UM SISTEMA DE REBAIXAMENTO	32
3.4.1. INVESTIGAÇÕES PRELIMINARES	33
3.4.2. FONTES DO FLUXO	34
3.4.3. TIPOS DE FLUXO.....	38
3.4.4. CÁLCULO DA VAZÃO DE BOMBEAMENTO	40
3.4.4.1. PREMISSAS COMUNS	41
3.4.4.2. FONTE LINEAR.....	43
3.4.4.2.1. ARRANJO RETILÍNEO DE PONTEIRAS OU POÇOS.....	43
3.4.4.2.2. ARRANJO CIRCULAR DE PONTEIRAS OU POÇOS	51
3.4.4.3. FONTE CIRCULAR	53
3.4.4.4. OUTROS MÉTODOS DE CÁLCULO.....	55
3.4.4.5. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	55
3.4.4.6. ESPAÇAMENTO ENTRE POÇOS OU PONTEIRAS	58
3.4.4.7. PERDAS DE CARGA.....	59
3.4.4.8. COEFICIENTES DE MAJORAÇÃO	60
3.5. ENSAIOS DE BOMBEAMENTO	61
3.5.1. TRANSMISSIVIDADE	62
3.5.2. POROSIDADE EFETIVA E COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO	62
3.5.3. O ENSAIO E SEUS TIPOS	65
3.5.4. INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS.....	66
3.5.4.1. INTERPRETAÇÃO DO ENSAIO DE BOMBEAMENTO EM REGIME PERMANENTE	70
3.5.4.2. INTERPRETAÇÃO DO ENSAIO DE BOMBEAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO.....	71

3.5.5. AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE UM ENSAIO DE BOMBEAMENTO ..	73
4. MATERIAIS E MÉTODOS	75
4.1. BREVE DESCRIÇÃO DA OBRA.....	76
4.2. CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	82
4.3. MONITORAMENTO DO REBAIXAMENTO.....	88
4.4. METODOLOGIA EMPREGADA	93
4.4.1. PVSE DELMIRO SAMPAIO	94
4.4.2. ESTAÇÃO ADOLFO PINHEIRO	98
5. RESULTADOS	104
5.1. PVSE DELMIRO SAMPAIO	104
5.2. ESTAÇÃO ADOLFO PINHEIRO	106
6. CONCLUSÕES.....	111
REFERÊNCIAS.....	114
APÊNDICES.....	118
APÊNDICE A – Leitura de vazões do PVSE Delmiro Sampaio.....	118
APÊNDICE B – Leitura dos INA's do PVSE Delmiro Sampaio.....	121
APÊNDICE C – Leitura de vazões da Estação Adolfo Pinheiro	124
APÊNDICE D – Leitura dos INA's da Estação Adolfo Pinheiro	127
APÊNDICE E – Memorial de cálculo das vazões do PVSE Delmiro Sampaio	133
APÊNDICE F – Memorial de cálculo das vazões da Estação Adolfo Pinheiro	141
ANEXOS	181
ANEXO A – Leituras dos piezômetros do PVSE Delmiro Sampaio e da Estação Adolfo Pinheiro	181
ANEXO B – Médias semanais das vazões (m ³ /dia) do PVSE Delmiro Sampaio e da Estação Adolfo Pinheiro	182

1. INTRODUÇÃO

A compreensão do comportamento da água no solo é fundamental para o exercício da engenharia geotécnica, principalmente quando as práticas construtivas interferem com as águas subterrâneas, ou aquíferos, que são muitas vezes identificadas pelos lençóis freáticos. O controle da água subterrânea permite a execução de obras com segurança por propiciar condições de escavação, evitar deslizamentos de taludes, além de impedir rupturas de fundo devido às pressões artesianas em estratos confinados.

Existem inúmeros métodos para controle do nível d'água, como poços profundos, ponteiros filtrantes, valas, congelamento do solo e eletrosmose (este último método, tanto quanto sabemos, ainda não teve aplicação direta no Brasil, estando seu uso presente apenas em referências bibliográficas), os quais são escolhidos em função das profundidades da escavação e da permeabilidade do solo.

Os sistemas apresentam versatilidade quanto a suas funções, como garantir: a operação de escavação em profundidades abaixo do nível d'água; a redução da infiltração de água em taludes escavados para assegurar a estabilidade destes; o controle de pressões artesianas; ou também a redução de tensões laterais em contenções.

A utilização e o manejo de águas subterrâneas precederam muito antes a compreensão de sua origem, ocorrência e movimento (TODD, 1967), remontando a Idade Antiga, como os registros de poços para abastecimento e de túneis de água subterrânea, "canats", construídos por volta de 800 A.C., na Pérsia e no Egito (TOLMAN, 1937).

As bases do conhecimento para a compreensão das águas subterrâneas foram lançadas nos campos da hidrologia e da geologia, respectivamente, nos séculos XVII e XVIII, o que justifica a ocorrência de abordagens interdependentes entre essas duas áreas na literatura técnica. O estudo do ciclo hidrológico sublinhou dados quantitativos a respeito da recarga e da origem dos fluxos subterrâneos, enquanto a geologia sedimentou a compreensão da ocorrência desses fluxos em certos substratos de solos e formações rochosas. Segundo TODD (1967): "a geologia governa a ocorrência e a distribuição das

águas subterrâneas, a hidrologia determina o suprimento de água para o solo, e a mecânica dos fluidos explica o seu movimento”.

Apenas no século XIX, ocorreram avanços na elaboração de modelos matemáticos para estudo do fluxo de água, a partir da interação entre a geotecnia e da hidráulica, diante da crescente necessidade de perfuração de poços artesianos para abastecimento das cidades europeias. Nesse contexto, o engenheiro hidráulico Henry Darcy escreveu seu Tratado de 1856, onde por Lei homônima estabelece o mecanismo de fluxo de água por meio do solo, o que hoje se conhece por Lei de Darcy, baseado nos princípios da Mecânica dos Fluidos, utilizada até hoje para cálculo da vazão do fluxo de água em solos. Durante esse século, houve ainda contribuições importantes de diversos autores dentro deste tema, como Boussinesq, G. A. Daubrée, J. Dupuit, P. Forchheimer e A. Thiem.

É importante ressaltar, portanto, que o embasamento teórico e matemático acerca de águas subterrâneas foi utilizado a priori para aplicação prática em poços, sendo posteriormente adaptado para projetos de sistemas de rebaixamento em canteiros de obra, o que pode explicar as fórmulas e métodos de cálculo utilizados nesses sistemas, conforme será visto no item 3.4.

A exemplo disso, o primeiro registro de um sistema de rebaixamento data de 1838, anterior à formulação da Lei de Darcy, na obra do túnel ferroviário de Kilbsby (Inglaterra), no qual a água foi rebaixada a partir de poços verticais “afogados” adjacentes ao túnel. Depois disso, praticamente 50 anos se passaram sem avanços em sistemas de rebaixamento (MANSUR; KAUFMAN, 1962).

Os sistemas de ponteiros filtrantes foram utilizados, pela primeira vez, nos Estados Unidos, por volta de 1900. Contudo, apenas na década de 1920, os estudos quanto ao projeto, métodos e instalação desses sistemas se desenvolveram. Por outro lado, na Europa, foram adotadas principalmente soluções de poços profundos, com grandes diâmetros e espaçados em distâncias regulares, cujo emprego se desenvolveu diante da evolução das tecnologias de bombas submersas e injetoras.

Alguns exemplos de projetos de rebaixamento de grandes dimensões durante o século XX estão apresentados na Tabela 1.

Na atualidade, apesar das tecnologias de rebaixamento não terem evoluído significativamente, existem diferentes ferramentas e métodos de cálculo – como o método dos elementos finitos (MEF) - para projeto e controle de rebaixamentos de aquíferos. Mesmo assim, é comum encontrar grandes problemas relacionados ao emprego de rebaixamento em obras, o que causa atrasos, prejuízos e necessidade de reavaliação de projetos. A exemplo disso, grande proporção de “claims” em contratos de obras são provenientes de problemas quanto à água subterrânea (POWERS, 2007).

Tabela 1 - Exemplos de grandes projetos de rebaixamento de aquíferos no início do século XIX.

Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

Alemanha	58 poços profundos com vazão total de 340 m ³ /h	obra da área portuária da baía de Bremerhaven (1928-1931); escavação em 15 m de argila mole para atingir o topo da camada de 9 m de areia; alta pressão de água devido ao artesianismo
	Eletrosmose com aplicação de 90 volts; ponteiros de 6,6 m.	primeira utilização de eletrosmose no mundo; obra de estabilização de valas da ferrovia Salzgitter; perfil constituído de silte argiloso muito fino, o que impediu a aplicação de outros métodos
Estados Unidos	5 poços profundos de 30 m com bombas submersas, vazão de 113,5 m ³ /h por poço	primeira utilização de poços profundos nos Estados Unidos para construção de túneis (NY, 1930-1931); rebaixamento em solo com 34,5 m de areia; o bombeamento permitiu os avanços do túnel sem pressão excessiva
Bélgica	Ponteiras associadas a poços profundos e congelamento do solo	construção dos túneis submersos no rio Scheldt (1931-1933); rebaixamento do nível d'água na camada de areia de 15 m, confinada sob uma camada impermeável de 11 m; elevada pressão artesianas

O planejamento da escavação em obras depende fundamentalmente das previsões de bombeamento do sistema de rebaixamento, seja em relação ao tempo previsto para rebaixar o nível d'água ao nível desejado, e quanto à garantia de que este nível permaneça na cota desejada para segurança da operação da escavação.

Nessa perspectiva, é de fundamental importância uma maior confiabilidade quanto às variáveis envolvidas e nos métodos de rebaixamento, assuntos que

este trabalho se propõe a investigar, a partir da literatura e da experiência prática de um estudo de caso, conforme será visto.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como escopo apresentar as metodologias de cálculo para projetos de rebaixamento temporário de aquíferos em canteiros de obras.

A priori, objetiva-se a definição de um fluxo de trabalho linear para o qual estejam definidas claramente as variáveis do problema, as quais serão levantadas segundo premissas e hipóteses provenientes da literatura técnica e da experiência prática de um estudo de caso.

Dentre as variáveis a serem discutidas estão: parâmetros geotécnicos e hidrológicos de campo; definição das fontes do fluxo de água subterrânea no local da obra; cálculo de vazões; verificação da segurança do sistema quanto ao bombeamento diante de perdas características; planejamento e execução do sistema.

A posteriori, busca-se a aplicação desta metodologia na comparação de estimativas dos parâmetros e vazões calculados com os valores verificados em um estudo de caso. Busca-se também investigar e elencar problemas e cuidados necessários durante a execução e o controle do sistema na prática, determinantes para as premissas de cálculo adotadas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. DISTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A água sob o nível do terreno se distribui verticalmente em duas zonas principais, a zona saturada e a zona não saturada, conforme mostra a Figura 1.

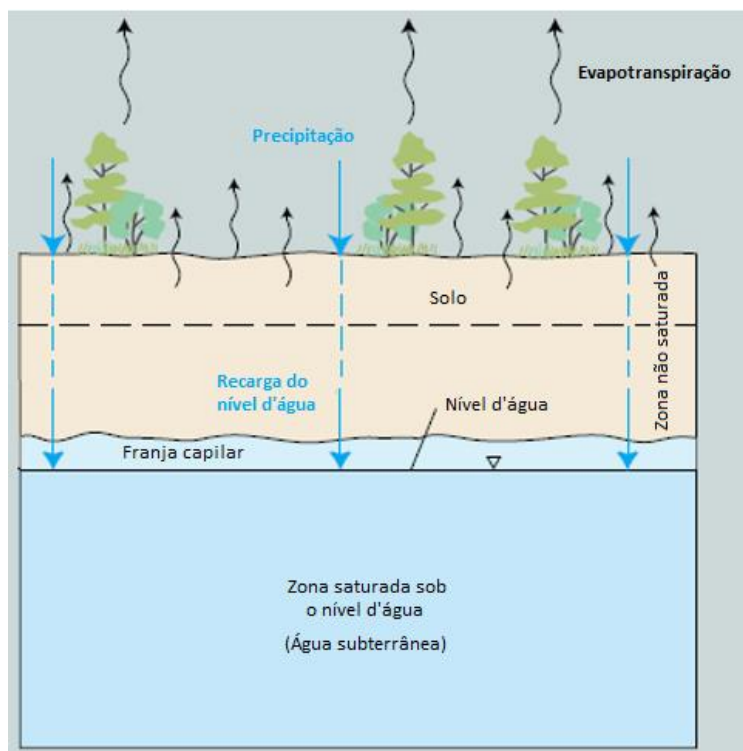


Figura 1 - Distribuição vertical da água no subsolo.
Fonte: adaptado de Alley et al. (1999).

Na zona não saturada, os vazios do solo ou fissuras podem conter ar e/ou água. Embora possa haver uma quantidade de água considerável nesta zona, esta água não pode ser bombeada por conta das forças de capilaridade (ALLEY et al., 1999).

Já na zona saturada, os vazios estão completamente preenchidos por água, e a linha que define o limite superior desta zona se chama lençol freático, ou nível d'água.

Entre a zona não saturada e o nível freático existe uma zona de transição chamada zona capilar (ou franja capilar), em que os vazios possuem uma certa quantidade de água que flui da zona saturada por efeito da capilaridade.

A zona saturada corresponde aos reservatórios de água subterrânea, também conhecidos como aquíferos.

3.2. AQUÍFEROS

Etimologicamente, aquífero significa: aqui = água + fero = transfere; ou do grego, suporte de água (HEINEN et al., 2001). Segundo Instituto de Águas do Paraná (2019): “aquíferos são todas as formações geológicas que possuam porosidade suficiente para armazenar água e permeabilidade suficiente para permitir que esta se movimente sob a ação de um diferencial de pressão hidrostática”. Ou seja, são formações geológicas permeáveis que armazenam água e permitem sua circulação.

Um aquífero pode ter extensão de poucos a milhares de quilômetros quadrados, e pode apresentar espessuras de poucos a centenas de metros (REBOUÇAS et al., 2002). Assim, um aquífero pode ser capaz de conter e transmitir água em grande quantidade, e as pressões de água são grandes o suficiente para que esta possa ser captada por um poço e bombeada, rebaixando nível d'água e permitindo que a reserva seja extraída para uso.

Os aquíferos são classificados de acordo com a presença ou ausência do nível d'água (TODD, 1967), e no geral podem ser de dois tipos: confinados (artesianos) ou livres (não artesianos), há ainda o aquífero misto, porém não trataremos dele neste trabalho. O aquífero confinado é caracterizado por apresentar pressões de água superiores à pressão atmosférica, devido ao fato de o nível d'água estar confinado sob camadas de baixa permeabilidade, de modo que, em um poço que penetre tal aquífero, a água suba até o nível da superfície piezométrica correspondente, como mostra a Figura 2. Um exemplo de aquífero confinado comum em obras é o “provocado”, ilustrado pela Figura 3, em que sistemas de contenção podem nos levar a esta situação.

Um aquífero livre é caracterizado pela ausência deste confinamento, em que o nível d'água serve como superfície superior da zona de saturação do solo, e assim a pressão do nível d'água, que equivale ao nível do lençol freático, é igual à pressão atmosférica. Um caso especial de aquífero livre é o “aquífero suspenso” ou “empoleirado”, que pode ser visualizado na Figura 2, o qual ocorre quando um volume de água subterrânea fica “suspenso” acima do lençol freático da região, encontrando-se dentro de uma espécie de “concha” de um material pouco permeável de pequena extensão em área (ALONSO, 2007). Geralmente, este tipo de aquífero é transitório (a água atravessa a camada pouco permeável

e abastece o aquífero inferior), e o tempo necessário para seu esgotamento depende da altura de água retida, do coeficiente de permeabilidade (k) da camada pouco permeável, e das condições de alimentação desse aquífero.

Conhecer o tipo de aquífero é importante pois em aquíferos livres, estando seu limite superior (superfície freática) à pressão atmosférica, a variação do nível d'água corresponde à variação do volume de água armazenado. Enquanto nos aquíferos confinados, por seu limite superior (camada impermeável) encontrar-se sob pressão superior à atmosférica, a variação do nível piezométrico está relacionada à variação de pressão da água, isto é, ao se retirar água destes aquíferos não há, necessariamente, esvaziamento de seus vazios, pois a extração está relacionada à decompressão da água (SANCHÉZ-SAN ROMÁN, 2017). Na rede de fluxo da Figura 4, mostra-se a diferença entre nível d'água medido com indicadores de nível d'água (INA) e nível piezométrico medido com medidores de pressão chamados piezômetros (PZ). O INA mede a coluna de água acima de sua cota de instalação que indica a posição da linha freática, isto é, a posição do próprio nível d'água, enquanto o PZ mede a poropressão, ou pressão neutra, atuante na cota de sua instalação.

Este conhecimento também influencia na determinação do coeficiente de armazenamento (S), parâmetro necessário em cálculos apresentados mais à frente no item 3.5, e que será devidamente explicado no item 3.5.2.

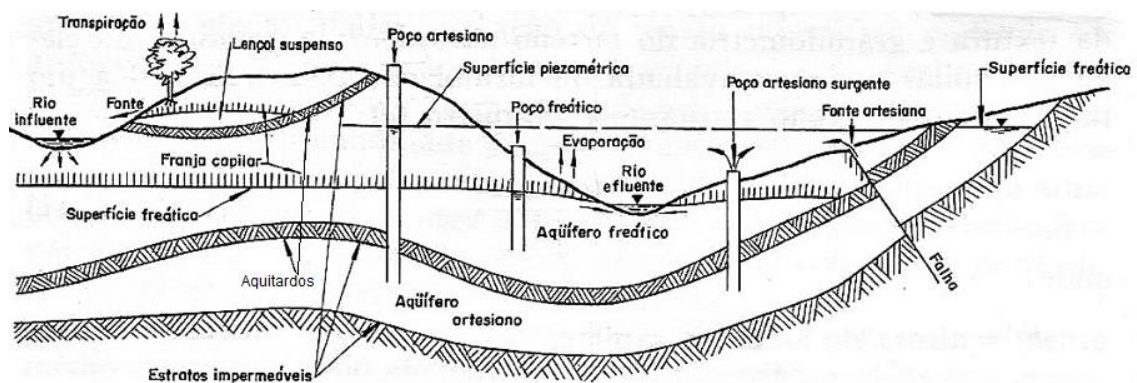


Figura 2 - Aquíferos confinados (artesianos) e não confinados (freáticos).
Fonte: adaptado de Pinto et al. (1976).

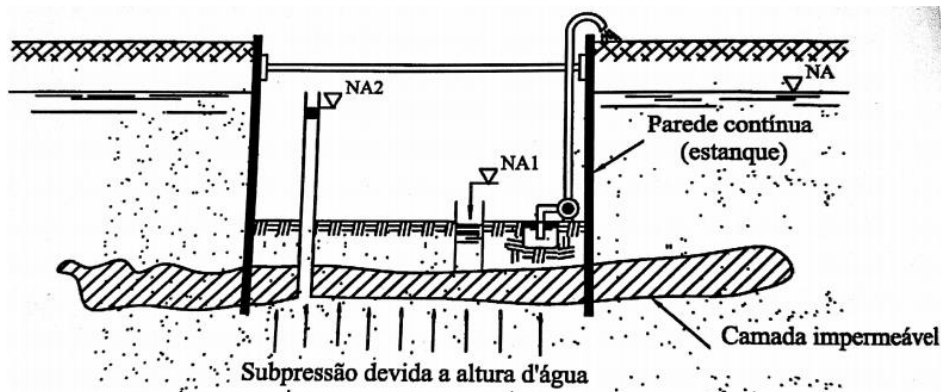


Figura 3 - Aquífero confinado "provocado".
Fonte: Alonso (2007).

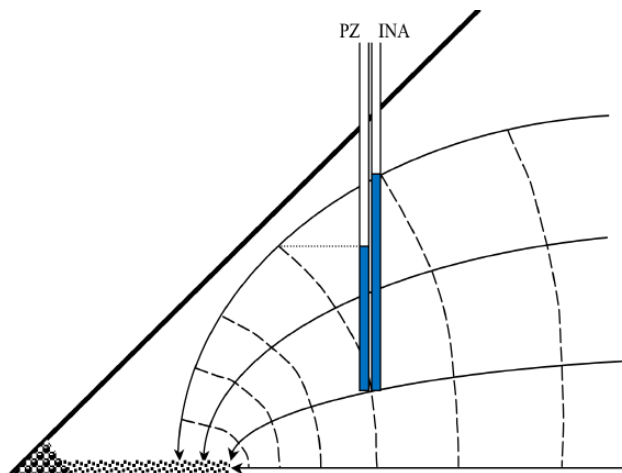


Figura 4 - Diferença entre medidas de Piezômetros (PZ) e Indicadores de Nível d'Água (INA).
Fonte: adaptado de Junior (2019).

Quando o aquífero está localizado a uma baixa profundidade, isto é, o nível d'água não é muito profundo, uma escavação pode atingi-lo, e caso seja necessário que os serviços executados ali sejam realizados a seco, precisa-se rebaixar este nível durante toda a execução destes serviços. A este processo se dá o nome de "rebaixamento temporário de aquíferos" (ALONSO, 2007).

Embora seja corriqueiro ouvir-se falar em rebaixamento do lençol freático, ou até mesmo rebaixamento do nível d'água, o mais correto seria utilizar rebaixamento de aquíferos, uma vez que apenas este engloba também casos de artesianismo, uma vez que a ideia de rebaixamento do lençol freático está relacionada apenas a diminuição da altura d'água em aquíferos gravitacionais.

O rebaixamento de aquíferos no geral é temporário, mas pode ser permanente de acordo com a necessidade. Sendo importante ressaltar que a execução deste processo causa alterações nas condições naturais do solo desta

região, podendo causar danos relacionados a expulsão de água e aumento das tensões efetivas do terreno, resultando no surgimento de recalques, que podem atingir fundações ao redor desta construção. Este dano está principalmente relacionado a ocorrência de estratos de argila compressível, uma vez que a camada sofrerá adensamento. Em estratos compostos por areias, esse efeito é pouco relevante (PINHEIRO et al., 2006).

3.3. MOVIMENTO DE ÁGUA NO SOLO

De acordo com MARANGON (2005), a água, ao fluir no interior de um maciço de solo, exerce nas partículas sólidas forças que influenciam o estado de tensão do maciço.

A pressão exercida pela água, também chamada de poropressão ou pressão neutra, atua com a mesma intensidade em todos os sentidos e compõe parte do estado tensional do solo. Este estado de tensões atua de maneira distinta nas direções vertical e horizontal, e pode ser tratado em termos de tensões totais, quando considera também as pressões neutras, ou em termos de tensões efetivas, quando considera apenas o contato puro entre grãos, desconsiderando os efeitos da pressão de água.

Segundo o Princípio da Tensões Efetivas de Terzaghi, tem-se representado na equação (1) este estado de tensões (PINTO, 2000):

$$\sigma = \sigma' + u \quad (1)$$

onde:

σ = tensão total;

σ' = tensão efetiva;

u = pressão neutra.

Desse modo, é importante conhecer informações sobre o movimento da água no subsolo para que possamos adotar procedimentos que atenuem o efeito da poropressão nas construções. Essas informações podem ser, dentre outras:

- A quantidade de água a ser removida de uma escavação;
- A análise de recalques, decorrentes do aumento da tensão efetiva, devido a saída de água, com conseqüente diminuição das pressões neutras;

- A estabilidade dos solos, proveniente da relação das tensões efetivas, que indicam o real comportamento do solo sob carga, com o fluxo de água, que influencia as pressões neutras e geram forças de percolação na massa de solo.

O estudo dos fenômenos de fluxo de água no solo se apoia em três pilares: conservação da energia, ditada pela equação de Bernoulli; permeabilidade dos solos, relacionada a Lei de Darcy; e conservação da massa, com base na equação da continuidade. Estes conceitos serão discutidos a seguir.

3.3.1. CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

Quando submetida a diferença de potencial, a água que ocupa os vazios do solo se desloca, podendo atuar sobre elementos de contenção, obras de terra, estruturas hidráulicas e pavimentos, agindo contra a segurança (MARANGON, 2005). O conceito de energia total de um fluido está relacionado ao escoamento deste, seguindo o teorema formulado por Bernoulli (apud ALONSO, 2007, p. 18): “Ao longo de qualquer linha de escoamento a energia total H é constante e igual a soma das energias de posição (ou potencial z), piezométrica (p/γ), cinética ($v^2/2g$) e a correspondente à perda de carga (Δh) por atrito”. A equação (2) representa a equação de Bernoulli para a energia (em carga) total em um ponto i qualquer de um fluido ideal com dimensão linear (energia/peso) em metros, e a Figura 5 ilustra este teorema.

$$H = z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g} + \Delta h = constante \quad (2)$$

onde:

- H = energia total do fluido em qualquer ponto i ;
- z_i = energia potencial do ponto i (segundo um nível de referência arbitrário);
- p_i = pressão atuante na água no ponto i ;
- γ = peso específico do fluido (γ_w quando este fluido é água);
- v_i = velocidade de fluxo da água no ponto i ;
- g = aceleração da gravidade;
- Δh = perda de carga por atrito nas paredes do duto.

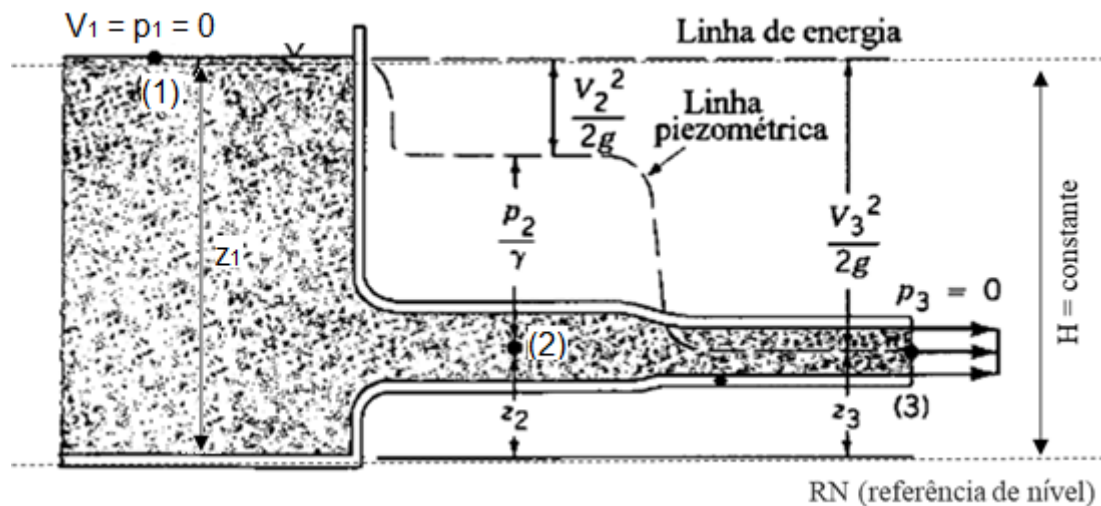


Figura 5 - Ilustração do teorema de Bernoulli.
 Fonte: adaptado de Munson et al. (2008).

O teorema de Bernoulli também se aplica ao fluxo de água através do solo, porém, nestes casos, a velocidade da água é tão pequena, dado que o regime é laminar, que a carga cinética pode ser desprezada se comparada a carga piezométrica (PINTO, 2000). E assim, a equação de energia toma a seguinte forma:

$$H = z_i + \frac{u_i}{\gamma_w} \quad (3)$$

onde:

H = energia total do fluido no ponto i ;

z_i = energia potencial do ponto i (segundo um nível de referência arbitrário);

u_i = pressão neutra;

γ_w = peso específico da água.

No campo, esta energia é medida com o auxílio de piezômetros. Para que a água percole entre dois pontos é necessário que haja diferença de energia total entre eles, sabendo que ela sempre flui de um ponto de maior para outro de menor energia total.

3.3.2. LEI DE DARCY

Em 1856, Henry Darcy realizou um experimento para estudar as propriedades do fluxo de água através de uma camada de filtro de areia (MARANGON, 2005). Este experimento deu origem a Lei de Darcy, que correlaciona a taxa de perda de energia da água (gradiente hidráulico) no solo,

com a velocidade do escoamento, a qual está ligada a maior ou menor facilidade que o solo apresenta à passagem de água pelos seus vazios. Essa resistência do solo é numericamente expressa pelo coeficiente de permeabilidade (ALONSO, 2007).

Experimentalmente Darcy verificou como diversos fatores geométricos, indicados na Figura 6, influenciavam a vazão de água pelo solo, chegando à equação (4) abaixo, que ficou conhecida pelo seu nome (PINTO, 2000).

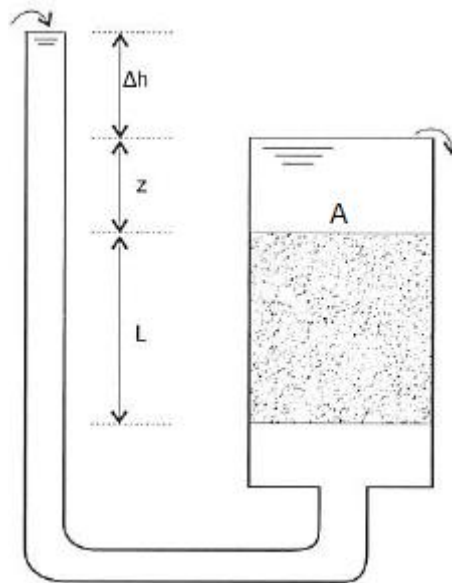


Figura 6 - Ilustração do experimento de Darcy.
Fonte: adaptado de Pinto (2000).

$$Q = k \frac{\Delta h}{L} A \quad (4)$$

onde:

Q = vazão;

A = área atravessada pelo fluxo;

k = coeficiente de permeabilidade;

Δh = diferença de potencial (carga a ser perdida na camada de solo).

A relação entre Δh (carga dissipada durante a percolação) e L (comprimento ao longo do qual esta carga se dissipa) é o gradiente hidráulico (i), de modo que a Lei de Darcy assume o seguinte formato, expresso pela equação (5):

$$Q = k \cdot i \cdot A \quad (5)$$

A relação entre a vazão e a área atravessada é a velocidade de Darcy (q), que é a velocidade com a qual se considera que a água atravessa o solo, também conhecida como “velocidade aparente” ou “velocidade de fluxo”. Esta velocidade, expressa pela equação (6), é referida ao comprimento L da amostra, não ao comprimento real percorrido pelas partículas da água (ALONSO, 2018). Neste último caso, tem-se a “velocidade real” de fluxo (v), ou seja, uma aproximação mais realista da velocidade média exercida por uma partícula d’água no meio poroso, expressa pela equação (7). Nota-se que a “velocidade real” é igual a “velocidade aparente” dividida pela porosidade do meio (n), de modo a considerar os contornos que a partícula de água realiza entre os grãos para atravessar o meio poroso (FETTER, 2001), conforme ilustra a Figura 7:

$$q = \frac{Q}{A} = k \cdot i \quad (6)$$

$$n = \frac{V_v}{V_t} = \frac{L \cdot A_v}{L \cdot A_t} = \frac{q}{v} \quad e, \text{ portanto} \quad v = \frac{q}{n} = \frac{k \cdot i}{n} \quad (7)$$

onde:

n = Porosidade;

V_v = Volume de vazios;

V_t = Volume total;

A_v = Área de vazios;

A_t = Área total;

v = Velocidade real;

q = Velocidade aparente.

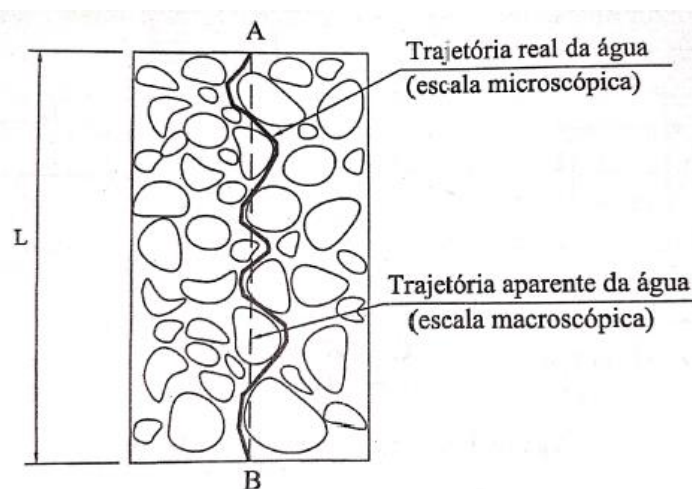


Figura 7 - Trajetória real x trajetória aparente da água no solo.

Fonte: Alonso (2007).

Demonstrando, assim, que a velocidade de percolação no solo está relacionada à permeabilidade deste e à diferença de potencial entre os diferentes pontos ocupados pela água nesta camada de solo.

É importante ressaltar, porém, que a Lei de Darcy é válida apenas para escoamento laminar, que é o que ocorre na maioria dos solos naturais. A diferença entre fluxo turbulento e laminar está no fato de a trajetória das partículas de água se cruzarem ou não, respectivamente (ALONSO, 2007). A passagem do regime laminar a turbulento ocorre quando a velocidade do fluxo ultrapassa um valor crítico expresso pelo “número de Reynolds” (para maiores detalhes consultar NETTO, 2018).

3.3.3. COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (OU CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA)

Dada a importância deste parâmetro para a caracterização do fluxo d'água no subsolo, optou-se por melhor descrevê-lo neste item.

Existem seis propriedades físicas básicas para fluidos em meios porosos que devem ser conhecidos para descrever os aspectos hidráulicos do fluxo saturado da água subterrânea, que são (FREEZE, 1979):

- Com relação ao fluido: densidade (ρ), viscosidade (μ) e compressibilidade (β);
- Com relação ao meio: porosidade (n) e/ou índice de vazios (e), permeabilidade (K) e compressibilidade (α).

Historicamente os termos permeabilidade e coeficiente de permeabilidade (ou condutividade hidráulica) são considerados sinônimos, porém hoje o termo “permeabilidade” está relacionado à uma característica intrínseca do meio (FITTS, 2002), enquanto a condutividade hidráulica (k), medida por Darcy, é uma combinação das três propriedades físicas básicas relacionadas ao meio.

O coeficiente de permeabilidade depende essencialmente do tamanho dos poros do solo e da porosidade total deste solo (POWERS, 2007). Outros fatores que influem na permeabilidade são temperatura, estrutura do solo, grau de saturação e estratificação do terreno (MARANGON, 2005). Por ser função de tantos fatores, a permeabilidade é uma das propriedades do solo com maior faixa de variação de valores.

A determinação de k pode ser feita por meio de fórmulas empíricas, que a relacionam com a granulometria (fórmula de Hazen, não indicada para solos finos), no laboratório utilizando-se permeâmetros, e in loco, por ensaios de bombeamento ou de infiltração. Embora a determinação do coeficiente de permeabilidade em laboratório seja mais simples que in situ, em laboratório pode ocorrer amolgamento devido a amostragem. Para as argilas, a condutividade pode ser determinada a partir do ensaio de adensamento.

Para materiais granulares, a determinação de uma relação entre a condutividade e a estrutura do solo requer a escolha de um diâmetro representativo do tamanho de grão. Uma correlação empírica simples e razoável, foi desenvolvida por Hazen (1911), baseando-se no tamanho de grão efetivo, D_{10} (FREEZE, 1979) para a permeabilidade intrínseca do solo:

$$K = C(D_{10})^2 \quad (8)$$

onde:

K = permeabilidade intrínseca (cm/s);

C = uma constante que varia de cerca de 40 a 150 para a maioria das areias (FITTS, 2002) ($\text{cm}^{-1}\text{s}^{-1}$);

D_{10} = diâmetro do grão (cm).

A partir da permeabilidade intrínseca, o coeficiente de permeabilidade pode ser obtido por:

$$k = \frac{K\rho g}{\mu} \quad (9)$$

sendo:

k = coeficiente de permeabilidade ou condutividade hidráulica;

K = permeabilidade intrínseca do meio poroso;

ρ = densidade do fluido;

g = aceleração da gravidade;

μ = viscosidade do fluido.

Embora os resultados obtidos com o método de Hazen possam ser aproximações razoáveis se as amostras forem representativas, nenhuma correlação desse tipo é muito precisa, já que os tamanhos dos grãos não são uma medida perfeita do tamanho, orientação e conectividade dos poros, de

modo que, como toda correlação empírica, deve ser utilizada com cautela e em estudos preliminares, evitando seu uso em projetos.

Ensaio de laboratório para o cálculo da condutividade são realizados com amostras pequenas, de dimensões na ordem de 10 a 50 cm, ou até mesmo inferiores. Amostras indeformadas recuperadas de sondagens estão geralmente na forma de cilindros orientados verticalmente com o eixo do furo, de modo que os resultados dos testes de laboratório representam apenas condutividade vertical. Dependendo do processo de amostragem e ensaio, a amostra pode ser amolgada em graus variados, e quanto menor a perturbação à estrutura original do solo, mais próximo será o resultado do teste de laboratório ao que se observa em campo. Na maioria dos casos, o k da amostra pode ser estimado com bastante precisão para solos granulares. Estimativas menos precisas ocorrem para materiais de k muito baixos, pois é difícil medir com precisão vazões pequenas e garantir a saturação completa da amostra (FITTS, 2002), por isso evita-se obter o coeficiente de permeabilidade de solos não arenosos por meio de ensaios de laboratório. Para fins práticos quando k for da ordem de 10^{-8} cm/s, diz-se que o solo é impermeável (ALONSO, 2007).

Dentre os ensaios de campo, o mais utilizado é o ensaio de infiltração, que se pode realizar juntamente a sondagem SPT, com a ressalva de que deve ser realizado com sonda rotativa a fim de permitir a remoção do revestimento ao fim do ensaio, o que raramente é possível com um ensaio SPT tradicional. Embora simples de realizar, este ensaio apresenta limitações que, no caso da necessidade de um estudo mais preciso para rebaixamentos, podem ser superadas por ensaios de bombeamento, que serão melhor descritos mais à frente no item 3.5, oferecendo maior confiabilidade para o valor in situ do coeficiente de permeabilidade.

Em aquíferos livres, a variação do coeficiente de permeabilidade é impactante, podendo gerar erros graves. No caso em que k aumenta com a profundidade, os valores reais da vazão total serão maiores do que os calculados, uma vez que a espessura saturada na condição de rebaixamento terá uma transmissividade (conceito explicado mais a frente) maior do que a esperada. Já se k diminui com a profundidade, os valores reais de Q serão menores que os computados e a capacidade de cada poço (Q_w) será drasticamente reduzida, podendo ser necessário um maior número de poços,

aumentando o custo total do sistema. Nos casos em que essa variação seja verificada, requerem-se múltiplos testes de bombeamento ou de perfuração, e se possível, análises dos dados por modelos numéricos, para gerar estimativas confiáveis (POWERS, 2007).

Os métodos descritos neste item para estimar k são mais úteis quando usados em conjunto com um ensaio de bombeamento. No geral, uma primeira aproximação é feita a partir de correlações empíricas, o projeto é desenvolvido com permeabilidades obtidas por meio de ensaios de laboratório e/ou campo, e durante a instalação do sistema de rebaixamento pode ser feito um ensaio de bombeamento para retificação do coeficiente de permeabilidade a fim de se refinar o projeto.

3.3.4. EQUAÇÃO GERAL DE FLUXO

O fluxo em meio poroso segue leis físicas que podem ser descritas por equações diferenciais, e uma vez que depende de mais de uma variável, a equação geral do escoamento no subsolo é escrita em termos de derivadas parciais, em que as variáveis independentes são as coordenadas espaciais (x , y e z) e o tempo (t) (FETTER, 2000).

Para escrever esta equação, aplicam-se as leis de conservação de massa (princípio da continuidade) e energia (primeira lei da termodinâmica). Com base nisso e na lei de Darcy, as equações de fluxo foram derivadas por JACOB (1940 e 1946), DOMENICO (1972) e COOPER (1946 e 1966), descrevendo a altura piezométrica em função das coordenadas espaciais e do tempo.

A lei da conservação de massas estabelece que em um determinado volume, em um período de tempo, a diferença entre a massa de fluido que entra e a massa de fluido que sai é igual à variação no armazenamento. No caso em questão, faz-se o balanço de água em um determinado volume de aquífero, em um período de tempo. E assumindo fluxo saturado, e que os eixos principais de anisotropia coincidam com os de análise, considera-se um volume de controle, definido em um sistema de eixos coordenados, cujas dimensões são Δx , Δy e Δz , nas direções x , y e z , respectivamente.

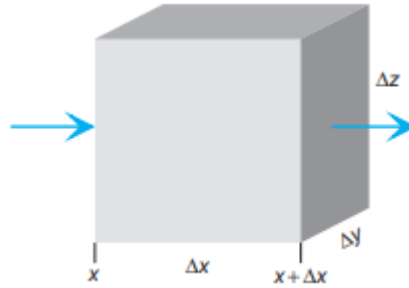


Figura 8 - Elemento na zona saturada com dimensões $\Delta x \times \Delta y \times \Delta z$, atravessado por fluxo d'água na direção x.
Fonte: Fitts (2002).

A partir disso, demonstra-se que o movimento em três dimensões da água subterrânea em meio poroso saturado, heterogêneo e anisotrópico em regime transitório é descrito matematicamente pela seguinte equação (GOMEZ, 2017):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (10)$$

onde:

k_x, k_y, k_z = componentes do coeficiente de permeabilidade nas direções x, y e z, respectivamente;

h = altura piezométrica;

W = fluxo volumétrico por unidade de volume, que se utiliza para representar fontes ou sumidouros

S_s = armazenamento específico;

t = tempo.

Esta equação diferencial é parte do modelo matemático que descreve o fluxo de água em meio poroso, e ela possui infinitas soluções, uma vez que não se especificou o problema de fluxo, isto é, não há informações sobre como o fluxo se desenvolve, nem sobre seu comportamento nos limites do aquífero.

Para que um problema de fluxo esteja bem definido, e a equação geral tenha uma solução única, é necessário conhecer as condições iniciais (que fornecem informações sobre a altura piezométrica no tempo adotado como inicial), e as condições de contorno (que informam sobre a interação do sistema analisado com o meio exterior) deste problema. Para resolver a equação geral do fluxo é necessário além da própria equação diferencial, o conjunto de equações necessárias para descrever as condições iniciais e de contorno do aquífero. Se

este aquífero é homogêneo e isotrópico, e as condições de contorno puderem ser escritas algebricamente, é possível resolver a equação geral de fluxo de maneira analítica. Mas em geral, os aquíferos são anisotrópicos, e a solução da equação geral do fluxo deve ser calculada por métodos numéricos (FETTER, 2000).

3.4. PROJETO DE UM SISTEMA DE REBAIXAMENTO

Nesta seção, tem-se como objetivo apresentar as metodologias para o dimensionamento de um sistema de rebaixamento, por ponteiras ou poços, que são os métodos mais amplamente utilizados, para aplicação temporária em canteiros de obra.

O sistema é usualmente empregado para rebaixar o nível d'água em um local onde será executada uma escavação. Assim, o primeiro dado de entrada do projeto refere-se à geometria da escavação e sua profundidade, esta última determinante para a medida do desnível a ser rebaixado. No item 3.4.1, são abordadas as investigações recomendadas em campo e em laboratório para se obter outros dados necessários.

A Figura 9 apresenta um arranjo usual de rebaixamento em ponteiras para a execução de uma escavação retangular, constituído por: ponteiras drenantes, mangotes, tubulações coletoras, conjunto motor-bomba, tubulação de descarga e reservatório de água.

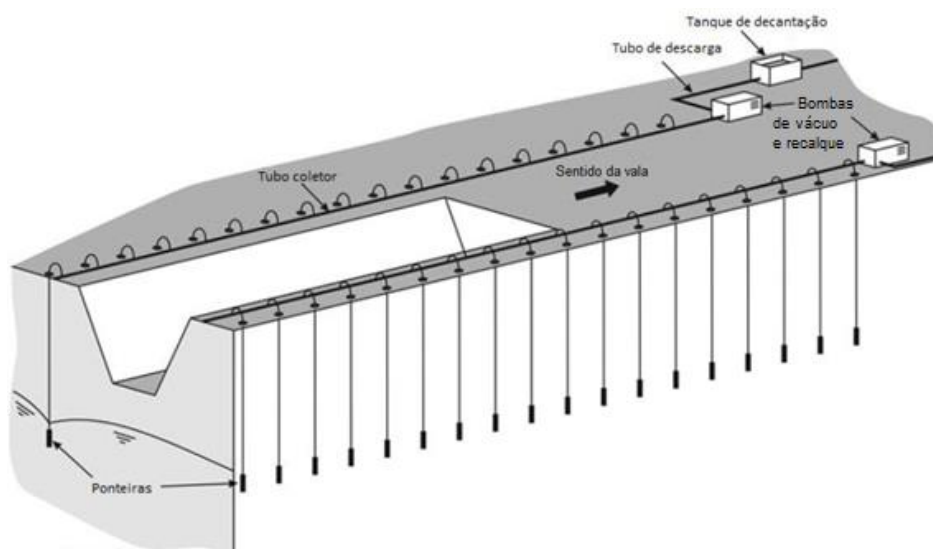


Figura 9- Arranjo usual de um sistema de rebaixamento por ponteiras.
Fonte: adaptado de Tang et al. (2017).

O projeto consiste em determinar: a profundidade, a quantidade, o espaçamento e a penetração no substrato das ponteiros ou dos poços. Estes valores são computados em função do cálculo da vazão a ser bombeada a fim de se reduzir o nível d'água para a profundidade desejada. O comprimento e a capacidade dos coletores, além da escolha do conjunto motor-bomba de vácuo e de recalque, também dependem do cálculo da vazão de descarga (MANSUR; KAUFMAN, 1962).

O projeto de rebaixamento deve ser encarado como um pré-dimensionamento do sistema (ALONSO, 2007), pois há muitas estimativas iniciais que precisam ser validadas com ensaios de campo durante seu funcionamento, como: o coeficiente de permeabilidade, a distância equivalente da fonte (seja ela linear ou circular), a vazão máxima do aquífero (dadas pelas equações (13) a (25), o tipo de aquífero e a espessura da camada permeável. Muitas dessas estimativas podem ser obtidas por meio de ensaios de bombeamento, que serão explicados mais a frente, a serem feitos no início da instalação do sistema de rebaixamento.

3.4.1. INVESTIGAÇÕES PRELIMINARES

A realização de sondagens em campo fornece a localização do nível d'água, a estratificação do solo e as características, como espessura e tipo de solo, da camada permeável. Recomenda-se a execução de furos além da profundidade da escavação, espaçados tal que seja possível determinar condições de solo que justifiquem a necessidade de rebaixamento (USACE, 1985).

Outro dado importante é o coeficiente de permeabilidade (k), conforme mostrado no item 3.3.3. Os valores laboratoriais apresentam grande variação quanto aos valores obtidos in situ, o que leva à preferência deste último quando for possível.

Os ensaios de bombeamento, apresentados no item 3.5, podem fornecer ainda uma indicação da fonte de recarga de água subterrânea, como no caso de um rio próximo, em que se observa aumento do nível d'água com a alteração da altura deste (MANSUR; KAUFMAN, 1962), além de outros parâmetros para validação do modelo de pré-dimensionamento.

3.4.2. FONTES DO FLUXO

A fonte de água que determina o nível freático no substrato a ser escavado é de fundamental importância para deprender como o movimento do fluxo subterrâneo se estabelecerá. Afinal, o rebaixamento provoca uma alteração do nível piezométrico do terreno, o que leva a uma diferença de carga responsável por determinar as vazões de descarga, sejam em poços ou em ponteiros, calculadas pela formulação de Darcy. Segundo a Lei de Darcy, conforme visto, a vazão depende do comprimento ao longo do qual esta variação de carga ocorre, de modo que basta saber a distância da fonte, onde o gradiente hidráulico se inicia, para estimar as vazões de projeto do sistema.

Na literatura, a origem do nível d'água pode ser classificada como fonte circular ou linear. A classificação depende das condições geológicas da área, da existência de massas d'água adjacentes (lagos, rios ou canais), da permeabilidade do substrato, da recarga do subsolo pelo ciclo hidrológico, e também das próprias características do sistema de rebaixamento, como o seu arranjo geométrico e o montante de água a ser rebaixada (USACE, 1985).

A primeira condicionante da escolha é a existência de massas d'água adjacentes (lagos, rios ou canais). Depois, avaliam-se o tamanho do sistema e o seu provável arranjo, condicionados pela geometria da escavação.

A princípio, a fonte é circular quando não há rios ou lagos nas proximidades. Nesse caso, a origem do fluxo é determinada pela drenagem do próprio armazenamento de água existente no terreno. A distância da fonte circular corresponde a um raio, conhecido como raio de influência, referente ao cone de depressão do rebaixamento capaz de ser bombeado pelo sistema (Figura 10).

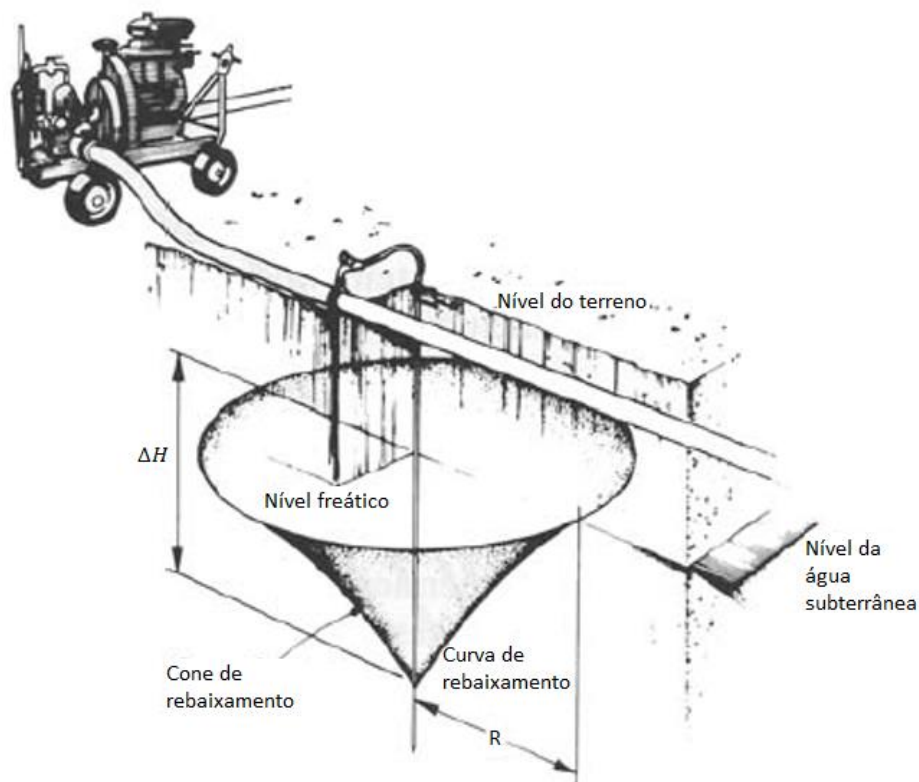


Figura 10 - Cone de rebaixamento de uma fonte circular.
 Fonte: adaptado de Somerville et al. (1986).

O raio de influência (R), em metros, é usualmente estimado pela formulação de Sichardt, a qual depende da altura de água a ser rebaixada (ΔH), do coeficiente de permeabilidade do solo (k) e de uma constante C_1 , adotada como 3000.

$$R = C_1 \Delta H \sqrt{k} \quad (11)$$

onde:

R = raio de influência (m);

ΔH = desnível a ser rebaixado (m);

k = coeficiente de permeabilidade (m/s).

A fórmula de Sichardt é uma aproximação para distâncias radiais de rebaixamento de nível d'água em aproximadamente 10 metros de profundidade, observadas durante bombeamento de poços artesianos no Vale do Rio Mississippi pelo U.S. Army Corps of Engineers (MANSUR; KAUFMAN, 1962), conforme indica a Figura 11. Neste gráfico, foram relacionados os valores de rebaixamento medidos para cada distância, adotada como valor de raio de

influência, assim como foram avaliados os diâmetros efetivos dos grãos nestas localidades. O parâmetro C_1 foi obtido do ajuste desta curva e, por esse motivo, pode ser necessário melhorar a estimativa do coeficiente C_1 . Essa estimativa pode ser feita a partir de ensaios de bombeamento em campo, embora um erro na sua avaliação influencie pouco no cálculo da vazão, como veremos mais à frente na descrição das formulações.

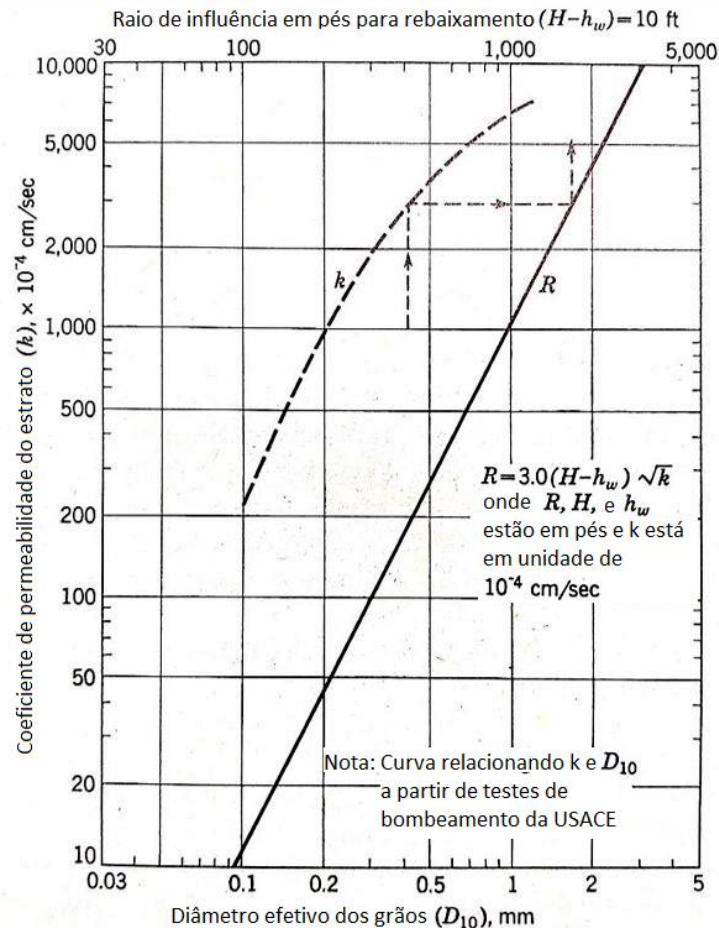


Figura 11 - Distâncias medidas durante bombeamento de poços no Vale do Rio Mississippi.

Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

Existem alguns casos específicos que excluem a fonte circular. Caso o arranjo do sistema seja retilíneo, formado por uma ou duas linhas de ponteiros como indicado na Figura 9, a fonte deverá ser considerada como linear (USACE, 1985), mesmo que não existam massas d'água próximas, assumindo-se a distância linear (L) como o raio equivalente (R), pela formulação (11).

VELLOSO (1988) propõe a análise da área circular equivalente do sistema de rebaixamento (A_e) como outra forma de se excluir a fonte circular. Segundo

o autor, sendo a área a ser rebaixada muito grande, superior a um quarto do raio de influência ($0,25R$), deve-se considerar duas fontes lineares ao invés de uma fonte circular. A área equivalente é dada por:

$$Ae = b_1 b_2 = \pi r_{eq}^2 \quad (12)$$

onde:

b_1, b_2 = lados de um sistema de rebaixamento retangular ou quadrado (m);
 r_{eq} = raio da área circular equivalente (m).

Quando há fontes de água próximas (Figura 12), a fonte é classificada linear e a distância (L) corresponde ao valor medido em campo entre esta massa d'água e o sistema de rebaixamento. A fonte linear é excluída caso a distância L seja maior do que a metade do raio de influência ($0,5R$). Neste caso, a fonte será considerada circular, e calcula-se a distância equivalente a partir da fórmula (11).

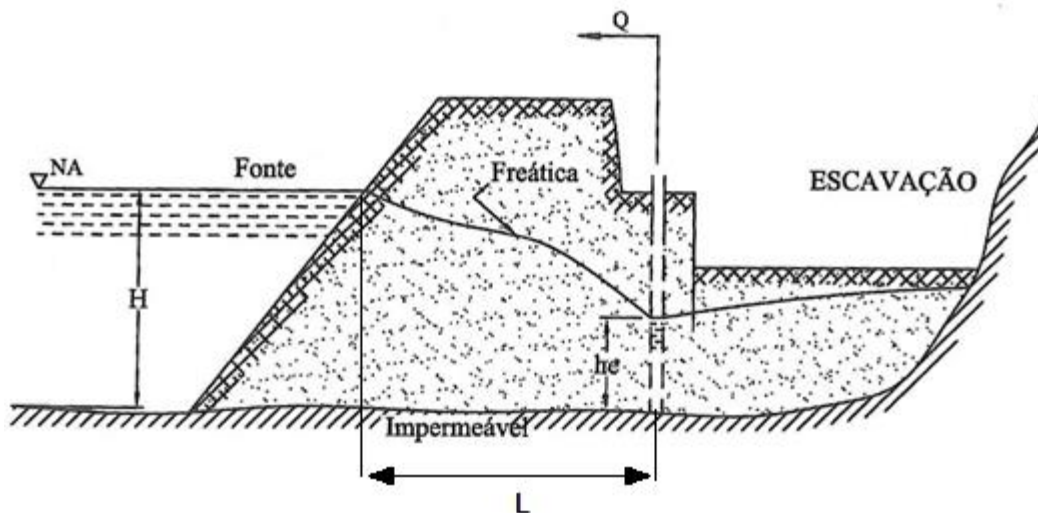


Figura 12 - Distância da fonte linear.
 Fonte: adaptado de ALONSO (2007).

O fluxograma da Figura 13 indica como pode ser feita a classificação.

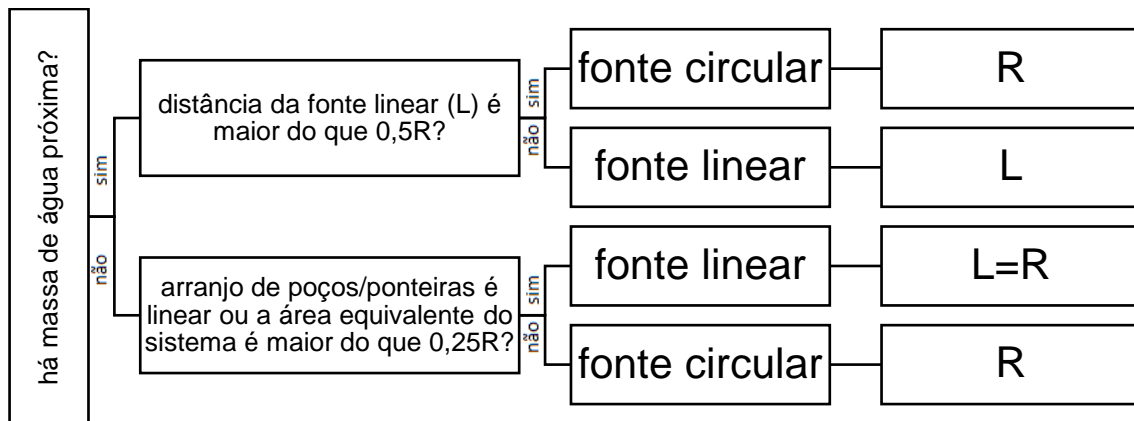


Figura 13 - Fluxograma de decisão sobre a fonte do sistema.
Fonte: Autoras.

3.4.3. TIPOS DE FLUXO

O cálculo das vazões de projeto também depende da definição do tipo de aquífero correspondente ao perfil do substrato a ser escavado. Conforme visto no item 3.1, o subsolo com certo nível d'água pode ser entendido como um aquífero desde que tenha porosidade para armazenar água e permeabilidade para movimentá-la. Assim, esta camada permeável do substrato pode ser livre (aquífero gravitacional), confinada (artesiano) ou mista.

O movimento de água nesta camada permeável estabelece um fluxo com certa vazão que será capturado pelo sistema de rebaixamento. Nessa perspectiva, na demonstração das fórmulas de cálculo de vazão de projeto, o tipo de aquífero impõe as condições de contorno do problema, o que leva a formulações distintas para cada substrato.

VELLOSO (1988) apresenta as situações típicas de escavação em diferentes tipos de perfil de solo com a respectiva nomenclatura de aquífero, utilizada aqui para nomear o tipo de fluxo. Para tanto, o autor baliza-se pelo conceito de nível d'água estático (NE) – referente ao nível original do terreno – e dinâmico (ND) – correspondente à linha freática do rebaixamento.

Quando a escavação atravessa totalmente uma camada permeável e o ND do lençol freático permanece no interior desta camada aquífera, o fluxo é dito gravitacional (Figura 14a).

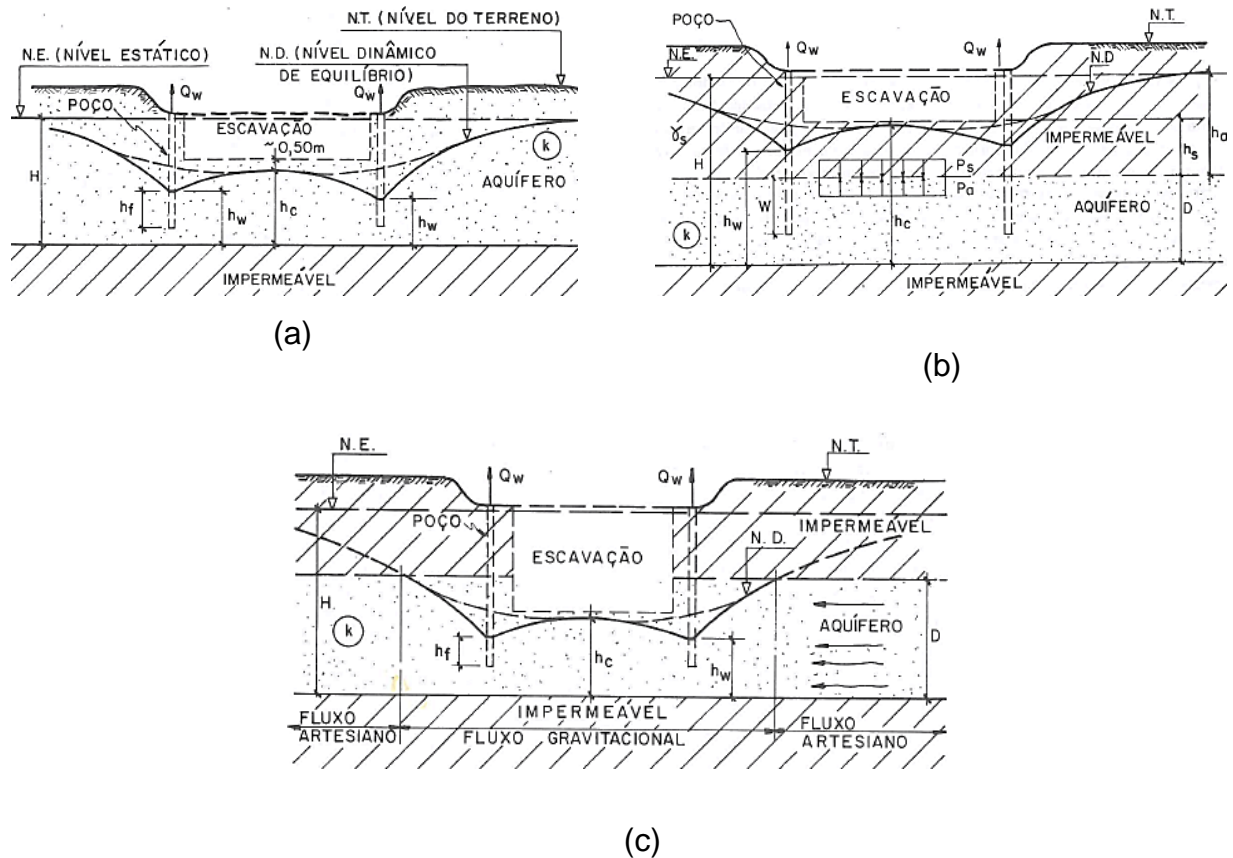


Figura 14 - Situações de fluxo: (a) gravitacional, (b) artesiano e (c) misto.
 Fonte: Velloso (1988).

No caso de um substrato com camada permeável confinada, pelo topo e pela base, por camadas impermeáveis, pode-se ter dois casos a depender da profundidade da escavação. Caso a escavação permaneça apenas na camada impermeável superior (Figura 14b), esta poderia ser executada sem problemas de infiltração de água. Contudo, o fundo da escavação estaria submetido à elevada pressão artesianas proveniente do aquífero confinado, o que leva à necessidade de um sistema de rebaixamento para aliviar esta pressão e evitar a ruptura de fundo. Nesse sistema, o ND permanece na camada impermeável e, tem-se assim um fluxo artesianos.

Por outro lado, se a escavação for profunda a ponto de atravessar a camada impermeável e atingir o aquífero confinado (Figura 14c), tem-se uma situação de fluxo misto, o qual não será tratado neste trabalho.

3.4.4. CÁLCULO DA VAZÃO DE BOMBEAMENTO

O fluxo proveniente da camada permeável do subsolo fornece uma vazão total que deve ser atendida pelo sistema de rebaixamento, composto por uma quantidade de elementos, sejam estes poços ou ponteiras, capazes de capturar certa vazão máxima individualmente. Logo, a metodologia de projeto consiste em determinar tais vazões (total e individual) a fim de que se possa dimensionar a quantidade de elementos, o conjunto motor-bomba para atendê-los e as tubulações de suporte.

A literatura técnica apresenta diversas formulações de cálculo de vazão específicas para cada situação, a depender: do substrato, do arranjo geométrico do sistema, de fatores como a penetração total ou parcial dos poços e ponteiras, da quantidade e comportamento das fontes de água, dentre outros.

Por esse motivo, o projeto de sistemas de rebaixamento acaba por se tornar uma tarefa difícil devido à ampla gama de metodologias e à incerteza acerca de inúmeras variáveis do problema. Portanto, apresenta-se a seguir um panorama sobre as fórmulas para as situações mais usuais do sistema na prática de obras, destacando as premissas adotadas e a definição das variáveis, tanto aquelas disponíveis a priori do projeto, quanto outras para as quais o projetista deve assumir um valor inicial.

As formulações para cálculo da vazão total serão apresentadas em casos e divididas hierarquicamente em função do tipo de fonte do sistema, linear ou circular, conforme apresentado nos fluxogramas da Figura 15 e da Figura 16 respectivamente. O cálculo da vazão máxima individual por elemento é apresentado no item 3.4.4.5.

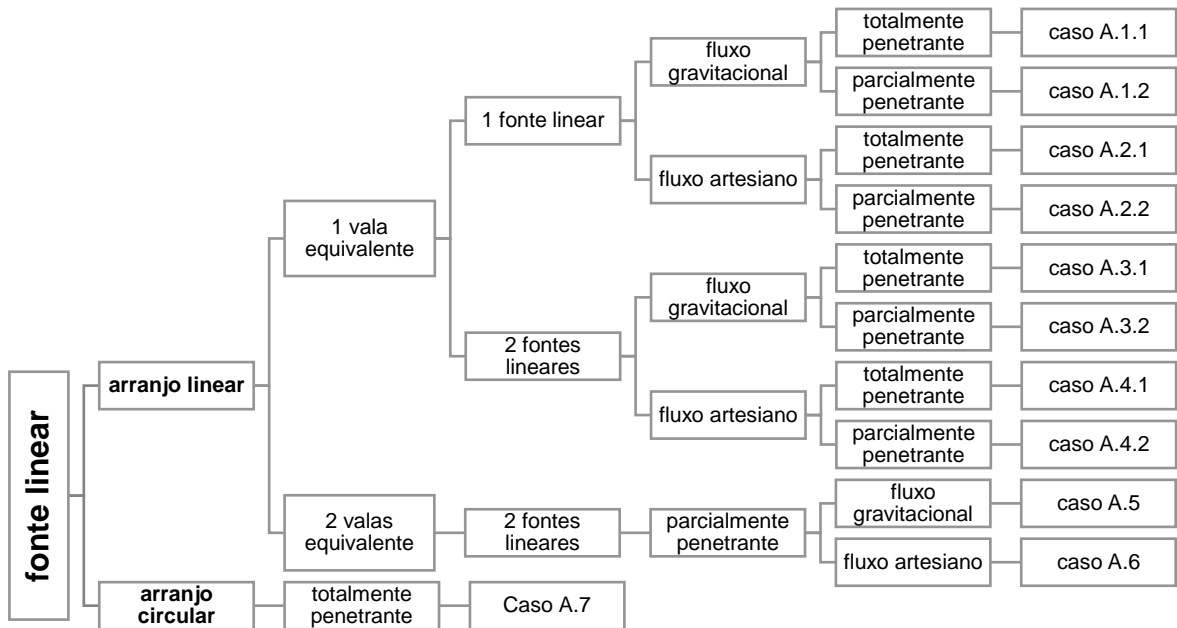


Figura 15 - Fluxograma para casos de fonte linear.
Fonte: Autoras.

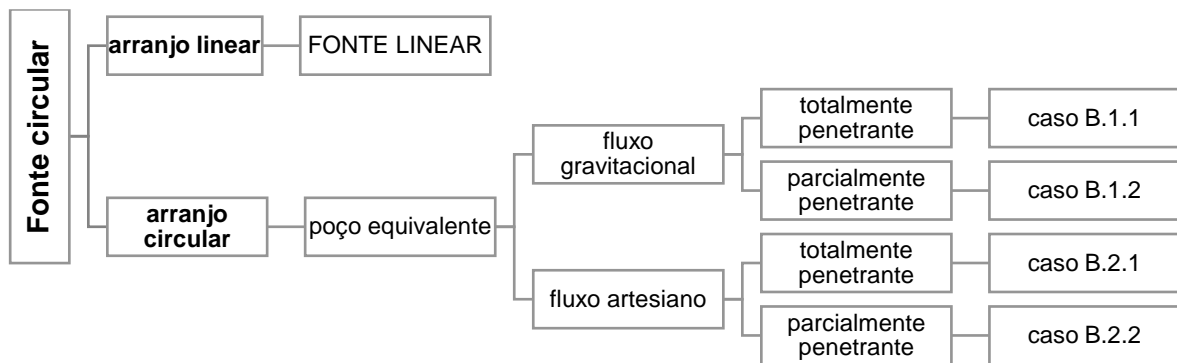


Figura 16 - Fluxograma para casos de fonte circular.
Fonte: Autoras.

3.4.4.1. PREMISSAS COMUNS

A demonstração das formulações para cálculo das vazões de projeto para ambos os tipos de fonte (linear ou circular) baseia-se na equação de Darcy, para qual utilizaremos em todos os casos apresentados: a área da camada permeável; o coeficiente de permeabilidade (k) da camada permeável, sendo esta livre ou confinada; o gradiente hidráulico (i) como sendo a variação da carga ao longo do comprimento entre o ponto de descarga e a fonte, isto é, ao longo da distância da fonte linear (L) ou do raio equivalente (R) para fonte circular.

As hipóteses específicas de cada caso serão elucidadas individualmente. As hipóteses comuns para todos os casos são:

- i. fluxo laminar, contínuo e permanente;
- ii. a camada permeável é homogênea e isotrópica;
- iii. o coeficiente de permeabilidade (k) da camada permeável é constante;
- iv. a vazão na camada permeável é constante;
- v. camadas permeáveis confinadas apresentam uma espessura (D) constante;
- vi. fluxo é bidimensional, calculado ao longo de um eixo longitudinal y (fonte linear) ou radial r (fonte circular) para dada altura do nível freático, em um eixo vertical h .

Na demonstração das fórmulas, as variáveis comumente utilizadas são:

- h : altura do nível d'água dinâmico em qualquer ponto y ou r .
- x : comprimento ao longo do eixo transversal;
- y : comprimento ao longo do eixo longitudinal;
- D : espessura da camada permeável em situação confinada;
- H : carga total, correspondente à altura do nível d'água estático inicial.

Pode-se optar pela redução do comprimento do elemento filtrante para diminuir o custo do sistema. Assim, costuma-se caracterizar o sistema como “totalmente” ou “parcialmente penetrante” correspondentes à, respectivamente, contato ou não na camada inferior impermeável. O comprimento reduzido do poço ou da ponteira acaba por afetar o fluxo, diminuindo-o, além de provocar um levantamento do lençol no centro da escavação, como mostra a Figura 17, o que torna necessário apresentar formulações para cada configuração.

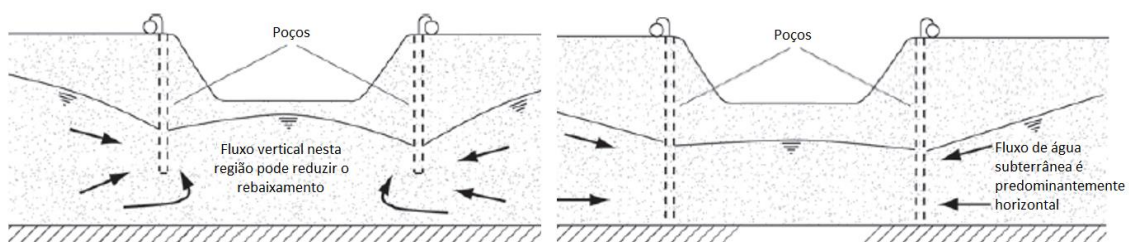


Figura 17 - Sistema parcialmente e totalmente penetrante.
Fonte: adaptado de Preene et al. (2016).

3.4.4.2. FONTE LINEAR

No caso da fonte linear, tem-se as seguintes situações usuais:

- Casos A.1 a A.6: o arranjo de ponteiras ou poços é retilíneo e isto condicionou a escolha da fonte linear, ou realmente há uma fonte linear próxima para este arranjo;
- Caso A.7: O arranjo de ponteiras ou poços não é retilíneo e há uma fonte linear próxima.

3.4.4.2.1. ARRANJO RETILÍNEO DE PONTEIRAS OU POÇOS

A princípio, vamos analisar os casos A.1 a A.6, correspondentes a: um único arranjo retilíneo de elementos drenantes com uma fonte e com duas fontes lineares; e dois arranjos retilíneos com duas fontes lineares. As premissas adotadas são:

- a linha de poços ou ponteiras funciona como uma “vala equivalente”.
- a(s) fonte(s) linear(es) e a(s) vala(s) têm comprimento infinito;
- quanto mais próximos estiverem os elementos drenantes, maior é a validade do modelo.

Casos A.1: uma vala equivalente com uma fonte linear em fluxo livre

- **Caso A.1.1:** fluxo gravitacional e vala totalmente penetrante (Figura 18a)

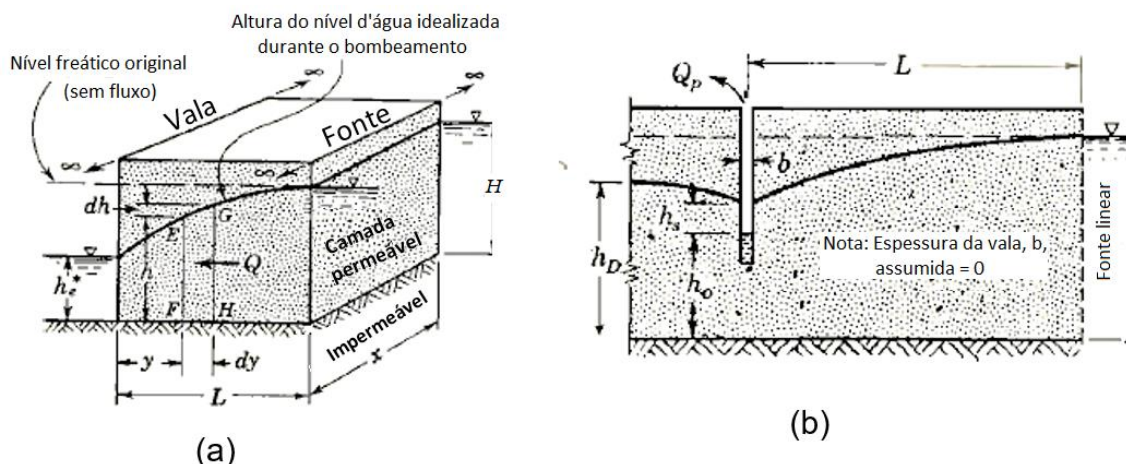


Figura 18 - Fluxo gravitacional, uma fonte linear, vala totalmente (a) e parcialmente penetrante (b).

Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

A definição da área da camada permeável e do gradiente hidráulico são dados a seguir e, quando substituídos na equação de Darcy, temos:

$$\begin{cases} i = dh/dy \\ A = h \cdot x \end{cases} \Rightarrow Q = k \cdot i \cdot A = k \cdot \frac{dh}{dy} \cdot h \cdot x$$

Para as condições de contorno do sistema:

$y = 0$ (onde está a vala equivalente) $\rightarrow h = h_e$ (profundidade do NA da vala)

$y = L$ (onde está a fonte linear) $\rightarrow h = H$ (carga total)

A vazão do aquífero para a vala equivalente é dada por:

$$Q = \frac{kx}{2L} (H^2 - h_e^2) \quad (13)$$

A determinação do nível freático (h) para qualquer ponto y na camada drenante é dado pela equação (14). Contudo, a altura real na vala equivalente é menor, dada por um valor h_o , que será discutido a seguir e pode ser obtido no caso de uma vala totalmente penetrante pelo ábaco indicado na Figura 19, de modo que o nível freático seja determinado pela fórmula (15). Para grandes valores de L/H , o efeito dessa diferença da altura teórica para real torna-se desprezível.

$$H^2 - h^2 = 2Q \frac{L-y}{kx} = \frac{L-y}{L} (H^2 - h_e^2) \quad (14)$$

$$H^2 - h^2 = \frac{L-y}{L} (H^2 - (h_o - h_s)^2) \quad (15)$$

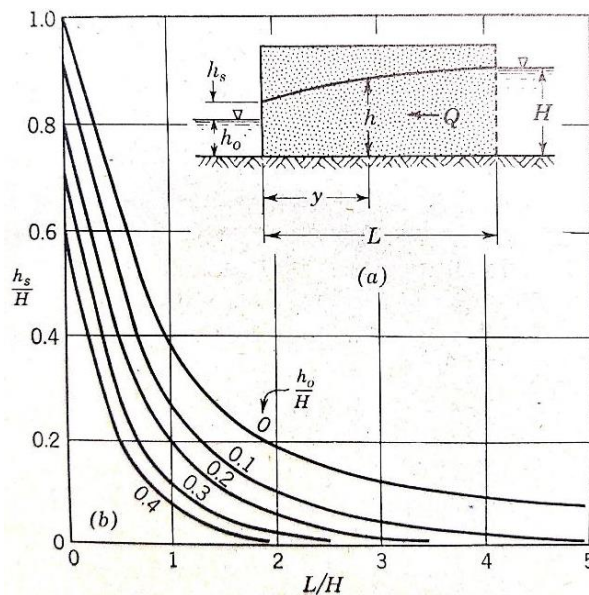


Figura 19 - Correção da altura da freática para fluxo gravitacional e vala totalmente penetrante.

Fonte: Mansur & Kaufman (1962).

- **Caso A.1.2:** fluxo gravitacional e vala parcialmente penetrante (Figura 18b)

Estão indicadas as variáveis: h_o (altura do nível d'água na vala equivalente em um aquífero gravitacional) e h_s (altura livre em relação ao nível d'água dinâmico numa vala equivalente). Nesse caso, a vazão na vala parcialmente penetrante é dada por Chapman:

$$Q = \left(0,73 + 0,27 \frac{(H - h_o)}{H} \right) \frac{kx}{2L} (H^2 - h_o^2) \quad (16)$$

Na Figura 18b, é possível observar que à jusante da vala equivalente existe uma altura residual h_D maior do que a altura do nível d'água no interior desta vala. É comum a escavação estar localizada nesse ponto onde ocorre um "levantamento do nível d'água". Logo, é fundamental calcular este valor para garantir que, no centro da escavação, o levantamento do nível d'água não inviabilize a operação. A altura residual à jusante é calculada por:

$$h_D = h_o \left[\frac{1,48}{L} (H - h_o) + 1 \right] \quad (17)$$

As fórmulas (16) e (17) são válidas apenas para $L/H \geq 3$.

Casos A.2: uma vala equivalente com uma fonte linear em fluxo artesiano

- **Caso A.2.1:** fluxo artesiano e vala totalmente penetrante (Figura 20a)

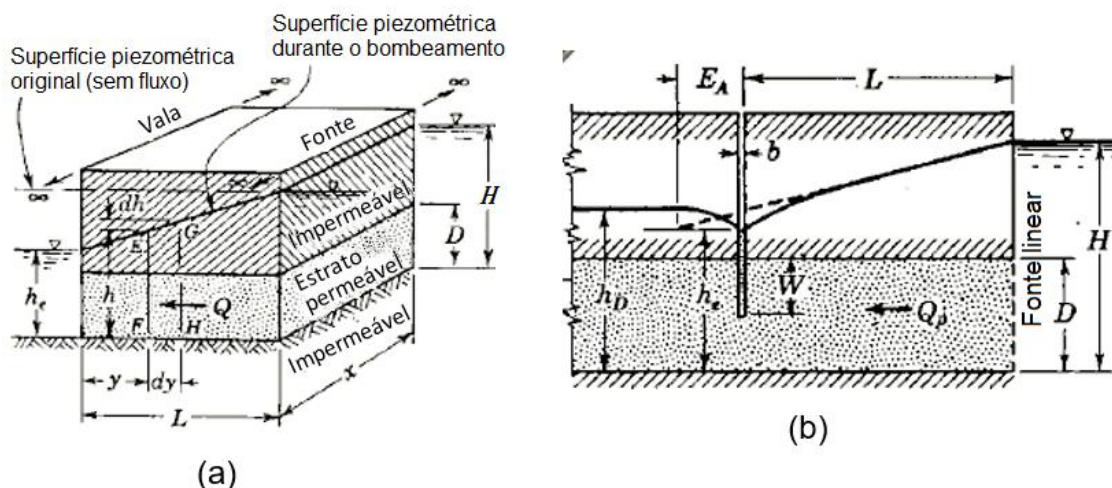


Figura 20 - Fluxo artesiano, uma fonte linear, vala totalmente (a) e parcialmente penetrante (b).

Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

A área da camada permeável e do gradiente hidráulico são:

$$\begin{cases} i = dh/dy \\ A = D \cdot x \end{cases} \Rightarrow Q = k \cdot i \cdot A = k \cdot \frac{dh}{dy} \cdot D \cdot x$$

Para as condições de contorno do sistema:

$y = 0$ (onde está a vala equivalente) $\rightarrow h = h_e$ (profundidade do NA da vala)

$y = L$ (onde está a fonte linear) $\rightarrow h = H$ (carga total)

A formulação para cálculo de vazão integrada é dada por:

$$Q = \frac{kDx}{L} (H - h_e) \quad (18)$$

A determinação do nível freático (h) para qualquer ponto y é:

$$H - h = \frac{Q}{kDx} (L - y) = \frac{L - y}{L} (H - h_e) \quad (19)$$

▪ **Caso A.2.2:** fluxo artesiano e vala parcialmente penetrante (Figura 20b)

Nesse caso, há uma variável que deverá ser fixada pelo projetista: W (penetração na camada permeável confinada). A vazão de projeto é dada por:

$$Q = \frac{kDx}{L + E_A} (H - h_o) \quad (20)$$

Além disso, há um valor E_A chamado de “fator de comprimento extra”, o qual depende da espessura da camada drenante, da distância da fonte linear e da penetração W. Baron construiu o ábaco (Figura 21) para obter este valor, o que é apresentado por ALONSO (2007) como na Tabela 2.

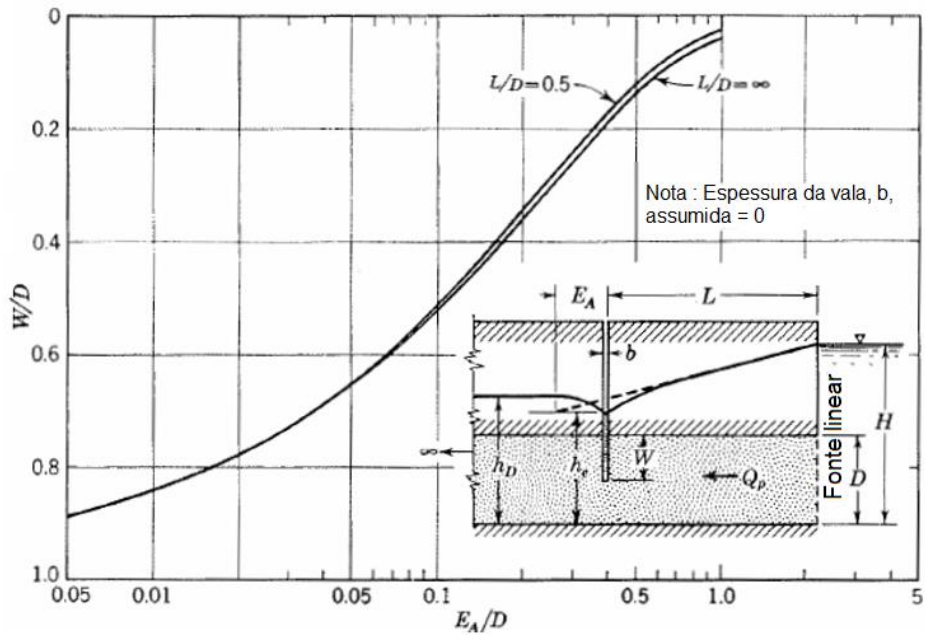


Figura 21 - Determinação do fator E_A .
 Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

Tabela 2 - E_A/D em função de W/D .
 Fonte: Alonso (2007).

W/D	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
E_A/D	1,00	0,50	0,30	0,20	0,18	0,10	0,07	0,04	0,02	0,005

A altura residual a jusante neste caso é dada por:

$$h_D = \frac{E_A(H - h_e)}{L + E_A} + h_e \quad (21)$$

Casos A.3: uma vala equivalente com duas fontes lineares em fluxo gravitacional

- **Caso A.3.1:** fluxo gravitacional de duas fontes lineares e vala totalmente penetrante

Nesse caso, pode-se considerar que a vazão proveniente das duas fontes lineares para uma única vala equivalente é igual ao dobro do valor calculado para única fonte linear pela equação (13) do caso A.1.1. Essa consideração é válida para fontes lineares equidistantes e paralelas ao arranjo retilíneo de ponteiros ou poços.

- **Caso A.3.2:** fluxo gravitacional de duas fontes lineares e vala parcialmente penetrante (Figura 22)

A formulação é similar àquela para uma única fonte linear (**Caso A.1.2**), também desenvolvida por Chapman, alterando apenas o seu denominador de $2L$ para L :

$$Q = \left(0,73 + 0,27 \frac{H - h_o}{H}\right) \frac{kx}{L} (H^2 - h_o^2) \quad (22)$$

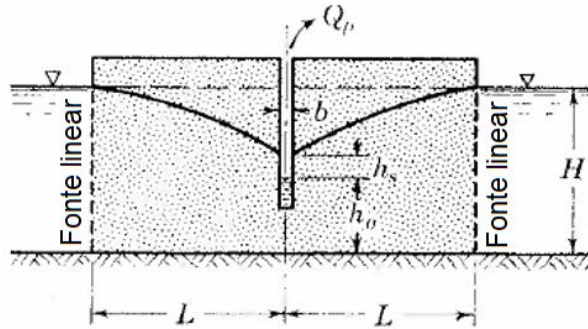


Figura 22 - Fluxo gravitacional, 2 fontes lineares, parcialmente penetrante.
Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

Casos A.4: uma vala equivalente com duas fontes lineares em fluxo artesiano

- **Caso A.4.1:** fluxo artesiano de duas fontes lineares e vala totalmente penetrante

Nesse caso, pode-se dobrar as vazões calculadas para uma única fonte (**Caso A.2.1**), pela fórmula (18), salvo as premissas já indicadas no caso anterior.

- **Caso A.4.2:** fluxo artesiano de duas fontes lineares e vala parcialmente penetrante

Para esta situação, é necessário determinar um fator λ corretor da espessura da camada permeável (D), o qual é obtido a partir do gráfico indicado na Figura 23a.

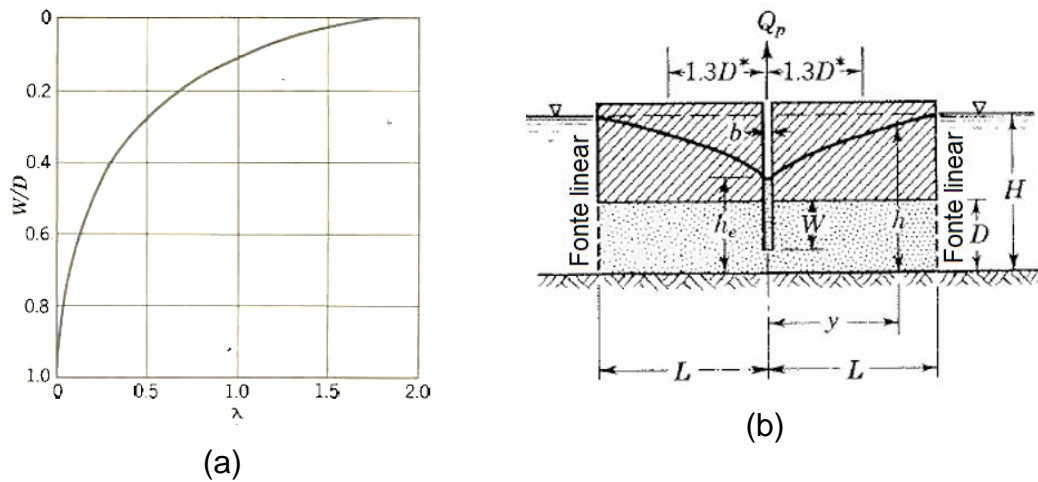


Figura 23 - (a) Gráfico para obtenção de λ ; (b) fluxo artesiano, 2 fontes lineares, 1 vala parcialmente penetrante.
Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

A partir da determinação deste fator, a vazão é dada por:

$$Q = \frac{kDx}{L + \lambda D} (H - h_e) \quad (23)$$

A determinação do nível freático (h) para qualquer ponto y é dado por:

$$H - h = \frac{y + \lambda D}{L + \lambda D} (H - h_e) \quad (24)$$

É importante ressaltar que a equação (24) é apenas válida para além do trecho a uma distância de $1,3D$ da vala equivalente, quando o fluxo passa a variar linearmente. Caso se deseje determinar a altura da linha freática no trecho inferior a $1,3D$, é necessário realizar um método gráfico descrito por MANSUR; KAUFMAN (p.273, 1962).

Caso A.5: duas valas equivalente com duas fontes lineares em fluxo gravitacional

Chapman descreve uma formulação específica para um arranjo formado por duas linhas de poços ou ponteiras (duas valas equivalentes) equidistantes e paralelas uma da outra e de duas fontes lineares assumidas, sendo submetido a um fluxo gravitacional (**Caso A.5**).

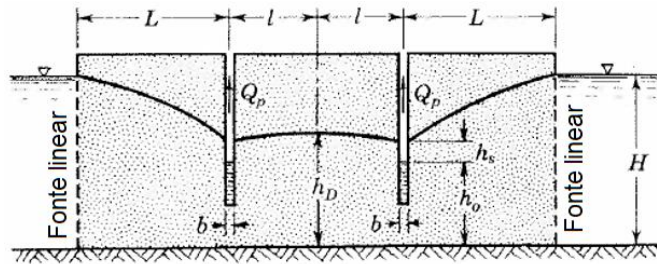


Figura 24 - Fluxo gravitacional, 2 fontes lineares, 2 valas equivalentes parcialmente penetrantes.

Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

A vazão para cada vala equivalente é calculada considerando uma única fonte, conforme equações (16) e (17) já vistas (**Caso A.1.2**). A formulação específica refere-se apenas à altura residual a jusante (h_D), dada a partir de fatores C_1 e C_2 obtidos dos gráficos indicados na Figura 25.

$$h_D = h_o \left[\frac{C_1 C_2}{L} (H - h_o) + 1 \right] \quad (25)$$

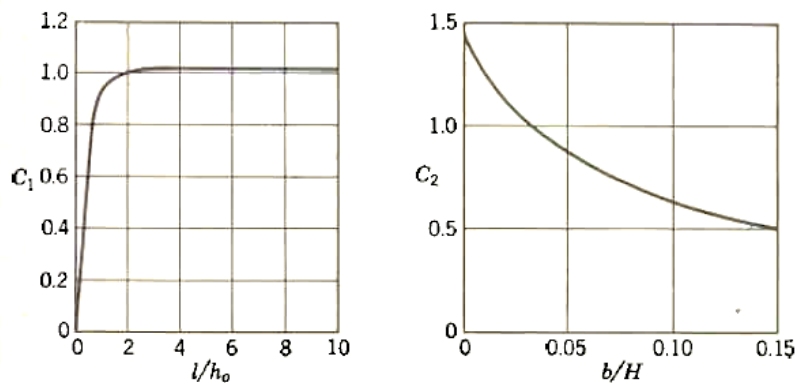


Figura 25 - Determinação dos fatores C_1 e C_2 .

Fonte: Mansur & Kaufman (1962).

Caso A.6: duas valas equivalente com duas fontes lineares em fluxo artesiano

Para fluxo artesiano, como indica a Figura 26, assume-se que cada arranjo linear tem sua vazão e altura de água no aquífero calculados analogamente às formulações (20) e (21), dados para uma única vala equivalente parcialmente penetrante com uma fonte linear em fluxo artesiano (**Caso A.2.2**).

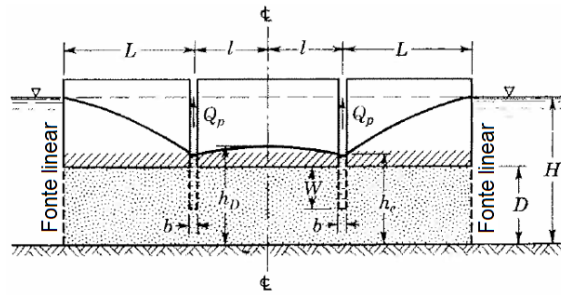


Figura 26 - Fluxo artesiano, 2 fontes lineares, 2 valas equivalentes parcialmente penetrantes.
 Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

3.4.4.2.2. ARRANJO CIRCULAR DE PONTEIRAS OU POÇOS

Este caso (**Caso A.7**) corresponde à situação da existência de uma massa d'água próxima, o qual condiciona a fonte linear, independentemente do sistema se configurar de maneira retilínea como uma linha de poços ou ponteira. Nesse caso, o sistema pode estar configurado com geometria retangular ou quadrangular por exemplo. Nessa perspectiva, descarta-se a consideração de uma vala equivalente e introduz-se o conceito de poços ou ponteiras "imaginários".

O princípio baseia-se em desenhar poços/ponteiras equidistantes do sistema original a ser calculado, como em um espelho indicado na Figura 27a. Neste novo sistema, considera-se o desnível de água causado pelo total do grupo de poços ou ponteiras como a soma dos desníveis individuais provocados por cada um dos elementos. Pode-se desenvolver uma expressão geral (26), no caso de fluxo artesiano indicado na Figura 27b, em que se tem as seguintes hipóteses:

- i. a fonte linear tem comprimento infinito;
- ii. a vazão do poço real é positiva e a vazão do poço imaginário é negativa;
- iii. os poços/ponteiras imaginários e reais têm a mesma distância linear (L), adotada como o raio de influência (R).

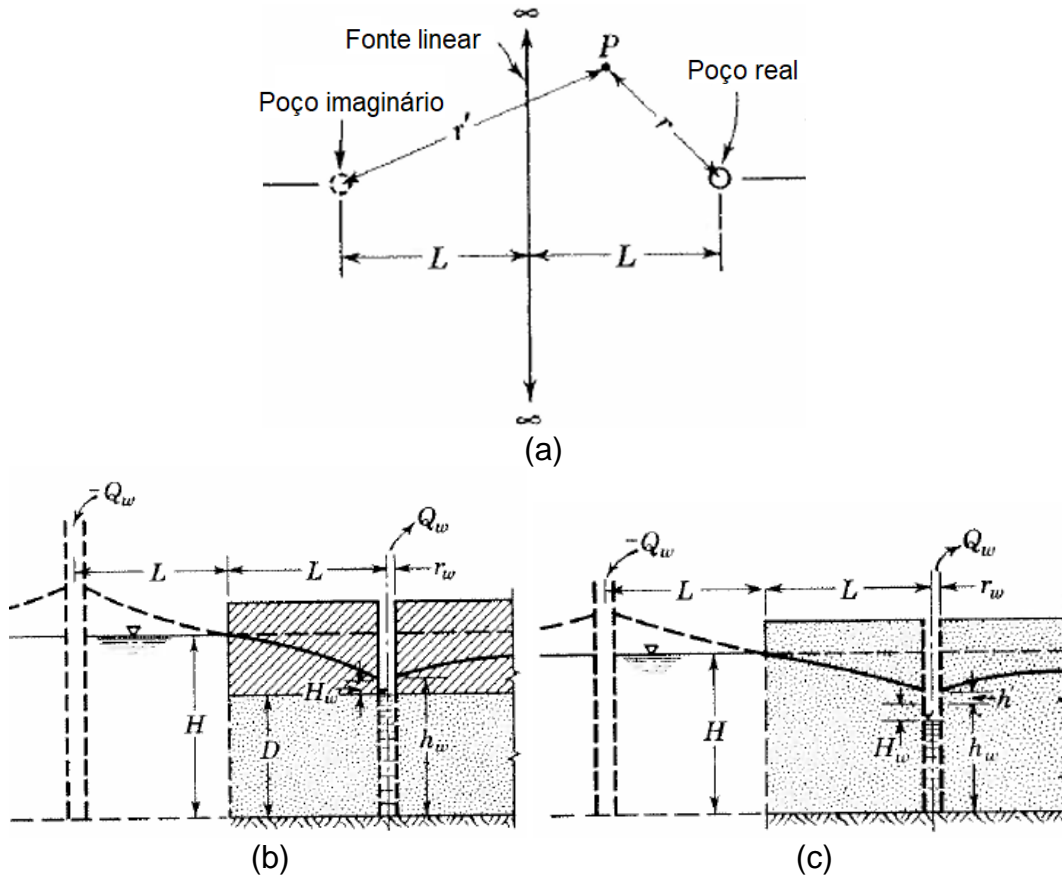


Figura 27 – Poços reais e imaginários (a); uma fonte linear em fluxo artesiano (b) e gravitacional (c).

Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

$$H - h = \frac{1}{2\pi kD} \sum_{i=1}^{i=n} Q_{wi} \ln \left(\frac{R_i}{r_i} \right) \quad (26)$$

A altura da freática em qualquer ponto P é dada considerando as distâncias r (do poço real ao ponto P) e r' (do poço imaginário ao ponto P), pela equação acima. Quando a distância r se aproxima do raio equivalente do poço real (r_w) e a distância r' se aproxima do valor 2L, a altura da linha freática é aquela correspondente ao centro do poço/ponteira (h_w). As expressões para h_w e para a vazão neste caso, para fluxo artesiano, passam a ser:

$$H - h_w = \frac{Q_w}{2\pi kD} \ln \frac{2L}{r_w} \quad (27)$$

$$Q_w = \frac{2\pi kD (H - h_w)}{\ln(2L/r_w)} \quad (28)$$

A mesma dedução é feita para fluxo gravitacional (Figura 27c), em que:

$$H^2 - h_p^2 = \frac{Q_w}{\pi K} \ln \frac{r'}{r} \quad (29)$$

$$Q_w = \frac{\pi k(H^2 - h_w^2)}{\ln(2L/r_w)} \quad (30)$$

3.4.4.3. FONTE CIRCULAR

No caso da fonte circular, tem-se as seguintes situações usuais:

- Casos B.1 a B.2: o arranjo de ponteiras ou poços é retangular, quadrangular ou circular, não há fonte linear próxima ou a fonte linear é tão distante que deve se assumir uma fonte circular.

As premissas adotadas especificamente para fonte circular são:

- o arranjo circular, retangular ou quadrangular será considerado como um poço equivalente;
- o poço está instalado no centro de uma “ilha circular” de rebaixamento com raio de influência (R);
- o poço equivalente apresenta raio r_w , o qual corresponde a um raio equivalente do sistema (retangular, quadrangular ou circular);
- calcula-se o rebaixamento a qualquer distância r nesse círculo, o qual varia linearmente com a descarga do poço equivalente.

Casos B.1: poço equivalente em fluxo gravitacional

- **Caso B.1.1:** poço equivalente totalmente penetrante em fluxo gravitacional (Figura 28a)

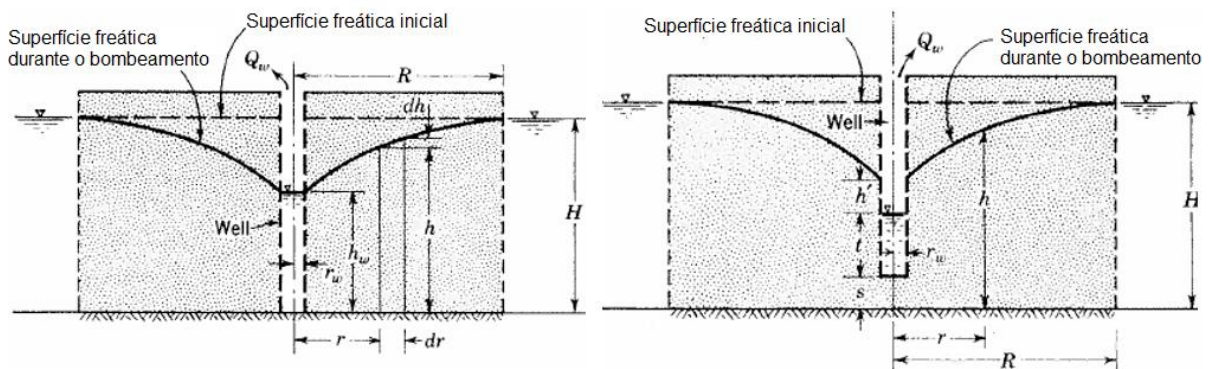


Figura 28 – Fluxo gravitacional, fonte circular, poço totalmente (a) e parcialmente penetrante (b).

Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

A vazão no poço equivalente e a altura do nível d'água (h) para qualquer distância r são dadas por:

$$Q_w = \frac{\pi k (H^2 - h_w^2)}{\ln(R/r_w)} \quad (31)$$

$$H^2 - h^2 = \frac{Q_w}{\pi k} \ln \frac{R}{r} \quad (32)$$

- **Caso B.1.2:** poço equivalente parcialmente penetrante em fluxo gravitacional (Figura 28b)

Nesse caso, é possível empregar as formulações (31) e (32) considerando distâncias radiais da ordem de 1,5H (altura da linha freática inicial). Para distâncias menores, há formulações específicas desenvolvidas por Boreli (apud MANSUR; KAUFMAN, 1962, p.293), que não serão apresentadas neste trabalho.

Casos B.2: poço equivalente em fluxo artesiano

- **Caso B.2.1:** poço equivalente totalmente penetrante em fluxo artesiano (Figura 29)

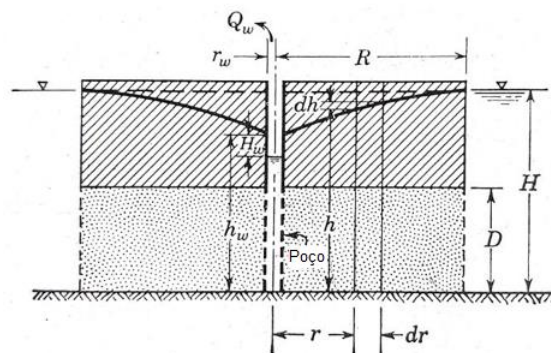


Figura 29 - Fluxo artesiano, fonte circular, poço totalmente penetrante. Fonte: adaptado de Mansur & Kaufman (1962).

A definição da área da camada permeável e do gradiente hidráulico são:

$$\begin{cases} i = dh/dr \\ A = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot D \end{cases} \Rightarrow Q = k \cdot i \cdot A = k \cdot \frac{dh}{dr} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot D$$

As condições de contorno do sistema são:

$$r = r_w (\text{onde está o poço equivalente}) \rightarrow h = h_w (\text{nível dinâmico no poço})$$

$$r = R (\text{onde está a fonte circular}) \rightarrow h = H (\text{carga total})$$

A vazão no poço equivalente é dada por:

$$Q = \frac{2\pi kD}{\ln(R/r_w)} (H - h_w) \quad (33)$$

A determinação do nível freático (h) para qualquer ponto r na camada drenante é:

$$H - h = h_w + \frac{H - h_w}{\ln(R/r_w)} \ln(r/r_w) \quad (34)$$

▪ **Caso B.2.2:** fluxo artesiano e poço parcialmente penetrante

Nesse caso, é necessário determinar um fator G de correção dado pela formulação de Kozeny (1933):

$$G = \frac{W}{D} \left(1 + 7 \sqrt{\frac{r_w}{2W}} \cos \frac{\pi W/D}{2} \right) \quad (35)$$

A vazão no poço equivalente fica determinada, portanto, como:

$$Q_w = \frac{2\pi kD(H - h_w)G}{\ln(R/r_w)} \quad (36)$$

3.4.4.4. OUTROS MÉTODOS DE CÁLCULO

Há ainda na literatura técnica outras formulações para o cálculo da vazão de bombeamento, como, por exemplo, para arranjos prontos e típicos de poços ou ponteiros. O presente trabalho não as apresenta, pois é possível sua demonstração derivada das formulações apresentadas.

Outros métodos de cálculo não abordados pelo presente trabalho referem-se ao emprego de linhas de fluxo para o cálculo da vazão e aos métodos de elementos finitos, usualmente utilizados em análises computacionais numéricas.

3.4.4.5. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS

As formulações indicadas no item 3.4.4 podem variar em função da vazão a ser calculada corresponder a total do sistema ou a individual de cada elemento drenante, e também do ponto em que se está calculando a altura do nível d'água dinâmico.

A vazão individual máxima de cada elemento drenando é dada pela expressão (37), em que a constante C_2 assume o valor de 15 (pode ser reajustada depois com os ensaios em campo) e a variável h pode assumir os seguintes valores indicados na Tabela 3.

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{2\pi r_w h \sqrt{k}}{C_2} \quad (37)$$

Tabela 3 - Variáveis para cálculo da vazão individual.
Fonte: Autoras.

	h_f	comprimento do trecho filtrante do poço/ponteira parcialmente penetrante em um aquífero livre
h	W	comprimento penetrante de um poço ou ponteira em um aquífero confinado
	h_e	comprimento do poço/ponteira totalmente penetrante (fonte linear)
	h_w	comprimento do poço/ponteira totalmente penetrante (fonte circular)

Para cálculo da vazão total do sistema serão utilizadas as vazões dadas no item 3.4.4, considerando as dimensões equivalentes do sistema:

- vala equivalente com fonte(s) linear(es): adotar comprimento unitário de vala para obter vazão total do sistema por metro de vala equivalente, isto é, adotar $x = 1$.
- poço equivalente com fonte circular: adotar raio equivalente do sistema de rebaixamento determinado em função de sua geometria. Para geometria circular, adotar o próprio raio do sistema; para geometria quadrangular ou quadrangular de lados b_1 e b_2 adotar a fórmula (38).

$$r_w = \text{raio equivalente do sistema} = \sqrt{\frac{b_1 b_2}{\pi}} \quad (38)$$

A Tabela 4 apresenta um resumo das variáveis a serem determinadas a priori para cada método de cálculo, bem como as variáveis a serem obtidas.

Tabela 4 - Resumo das variáveis do pré-dimensionamento do sistema de rebaixamento.
Fonte: Autoras.

	nome	descrição	obtenção
Variáveis determinadas a priori			
R	raio de influência	círculo sobre o qual o bombeamento de um sistema de rebaixamento passa a não ter efeito significativo na alteração do nível piezométrico original	fórmula de Sichardt (11)
L	distância da fonte linear	distância de uma massa d'água próxima em relação ao sistema de rebaixamento	medida em campo ou adotada como o raio de influência (R)
H	altura piezométrica	altura piezométrica do nível d'água inicial (estático)	estimada por sondagem e fixada pelo projetista
D	espessura	espessura da camada permeável em aquíferos confinados	estimada por sondagem e fixada pelo projetista
W	penetração	comprimento penetrante do poço ou da ponteira na camada permeável confinada	fixado pelo projetista; variar valor até que se atenda vazão desejada pelo sistema e mantenha-o econômico
Fonte linear			
x	eixo transversal	eixo transversal adotado nas formulações de fonte linear correspondente ao comprimento da vala equivalente	recomenda-se adotar valor unitário como 1,0 m para obter vazão por metro de vala equivalente
h _e	profundidade da vala equivalente	profundidade da vala equivalente de um arranjo retilíneo de poços ou ponteiras equidistantes entre si	recomenda-se adotar o comprimento da ponteira de projeto (fixada pelo projetista em função dos tamanhos comerciais) ou da profundidade do poço; fixado pelo projetista
	$\Delta H = H - h_e$	pode-se substituir diretamente no cálculo da vazão o valor do desnível a ser rebaixado	fixado pelo projetista a partir da profundidade de escavação e a recomendação do nível d'água abaixo da escavação (30 a 50 cm)
Fonte circular			
r	eixo radial	eixo radial adotado para o cilindro de rebaixamento no caso de uma fonte circular	variável utilizada na demonstração
r _w	raio do poço equivalente	raio do poço equivalente, que pode ser o raio do próprio poço ou ponteira (para cálculo da vazão individual) ou o raio equivalente do sistema de rebaixamento (para vazão total)	para cálculo de vazão individual: adotar diâmetro comercial (ponteira) ou diâmetro interno sem filtro (poço); para cálculo da vazão total: adotar raio equivalente do sistema (38)
h _w	altura do nível d'água no poço equivalente	altura do nível d'água dinâmico no poço sem considerar as perdas de carga	pode ser adotado como o NA desejado para o centro do sistema de rebaixamento, que foi considerado como "poço equivalente"
	$\Delta H = H - h_w$	desnível a ser rebaixado, substituir diretamente no cálculo da vazão	fixado pelo projetista a partir da profundidade de escavação e a recomendação do nível d'água abaixo da escavação (30 a 50 cm)
Variáveis calculadas			
h	altura do nível d'água dinâmico	altura do nível d'água dinâmico na camada permeável ou impermeável para qualquer ponto y (fonte linear) ou r (fonte circular)	fórmulas (14),(15),(19),(24),(27),(29),(34) e (32)
h _D	altura residual	altura à jusante do poço/ponteira correspondente ao "levantamento do nível d'água"	fórmulas (17),(21) e (25); ou fixar valor para garantir, por exemplo: no centro da escavação o NA esteja 30 cm abaixo do fundo.
Q	Q total	vazão total do sistema ao se considerar vala ou poço equivalente	fórmulas (13),(16),(18),(20),(22),(23),(28),(30),(33),(36),(31)
	Q máx	vazão individual do poço ou da ponteira	fórmula (37)

3.4.4.6. ESPAÇAMENTO ENTRE POÇOS OU PONTEIRAS

O espaçamento ou afastamento (a) entre os poços e ponteiras é um parâmetro a ser fixado pelo projetista. A priori, conforme visto, calculam-se a vazão total do sistema e a vazão máxima individual por elemento drenante. O quociente entre estes valores fornece a quantidade total de poços ou ponteiras como indica a formulação (35).

$$n = Q_{total}/Q_{máx} \quad (39)$$

A posteriori, as n ponteiras ou poços são espaçados tal que se obedeça a geometria da escavação, isto é, há uma distribuição ao longo de todo seu perímetro. A geometria da área escavada é dada como premissa em projetos de sistema de rebaixamento. O caminho contrário é usualmente adotado no caso de ponteiras: fixa-se o espaçamento e calcula-se a quantidade de ponteiras necessárias (CASHMAN et al., 2003).

Existem valores típicos de espaçamento em função do tipo de sistema de rebaixamento e da permeabilidade do solo. A Tabela 5 indica valores típicos para sistema de ponteiras, com vazão individual da ordem de $1\text{m}^3/\text{h}$. VELLOSO (1988) recomenda para poços com bombas injetoras espaçamentos entre 4,0 a 12,0 m (vazões da ordem de $4\text{ m}^3/\text{h}$ por poço) e para bombas submersas valores entre 8,0 a 20,0 m (vazões da ordem de $12\text{ m}^3/\text{h}$).

Tabela 5 - Valores típicos de espaçamento para sistema de ponteiras.
Fonte: adaptado de Preene et al. (2016).

Permeabilidade	Espaçamento
Alta ($> 10^{-3}$ m/s)	1,0 a 1,5 m
Média (10^{-3} a 10^{-5} m/s)	1,5 a 3,0 m
Baixa ($<10^{-5}$ m/s)	1,5 a 2,0 m

Caso a distância obtida pelo cálculo exceda os limites recomendados, o sistema passa a não funcionar, por esse motivo a verificação do espaçamento adotado pelo projetista é fundamental para se optar por alterar a quantidade de elementos ou o tipo de sistema. PREENE et al. (2016) ilustra esse problema com um exemplo: se um espaçamento entre ponteiras, obtido por cálculo, for inferior a 1,0m, o sistema de ponteiras deixa de ser o indicado e pode-se optar por poços com bombas injetoras ou

submersas, emprego de vácuo ou até mesmo barreiras físicas para o fluxo, as chamadas soluções “cut-off”.

Há ainda na literatura técnica outros tipos de recomendação de espaçamento. TANG et al. (p.192, 2017) apresenta arranjos em planta de sistemas de ponteiras com espaçamentos pré-determinados para diferentes geometrias de escavação.

3.4.4.7. PERDAS DE CARGA

O fluxo de água pelo sistema de rebaixamento do nível d'água apresenta perdas de carga ao longo de todo seu percurso: desde a saída dos aquíferos para os elementos drenantes, poços e ponteiras, e destes para o conjunto de tubulações.

Na literatura, MANSUR & KAUFMAN (1962) fornece ábacos para cálculo das perdas de carga que são observadas no interior dos poços ou ponteiras, as quais levam a níveis d'água reais menores do que os calculados. A perda de carga é dada pelo somatório das perdas indicadas em (36). Para as parcelas constituintes da perda de carga, há valores típicos segundo cada tipo de ponteira ou poço, como por exemplo, em função da granulometria do material de filtro (no caso de um poço) ou da abertura da malha (no caso de uma ponteira).

$$H_w = H_e + H_s + H_r + H_v \quad (40)$$

onde:

H_w = total de perda de carga no poço ou ponteira;

H_e = perda de carga na entrada pelo filtro, pela malha ou pelo tubo perfurado total de perda de carga no poço ou ponteira;

H_s = perda de carga devido à fricção da água com as paredes do poço/ponteira durante subida do fluxo;

H_r = total de perda de carga no poço ou ponteira;

As perdas de carga na tubulação afetam a pressão do fluxo neste conjunto, o que pode condicionar a escolha do tamanho das tubulações e a escolha do conjunto motor-bomba. ALONSO (2007) descreve métodos para cálculo que consideram o diâmetro da tubulação constante e a vazão constante ou variável.

Há outra consideração importante sobre o efeito da pressão atmosférica que pode diminuir a eficiência do sistema quanto à carga total a ser rebaixada. Para cada 300

m de elevação acima do nível do mar, a máxima carga hidráulica possível de ser reduzida por um sistema convencional de ponteiras, que pode chegar até 10,0 m usualmente, é reduzida cerca de 0,3 m (PREENE, 2016).

Outro efeito significativo é a entrada de ar no sistema, principalmente para o desempenho de ponteiras à vácuo, o qual pode levar também à redução da carga total a ser rebaixada (PREENE, 2016). VELLOSO (1988) recomenda a instalação de registros de giro para controle da vazão nas ponteiras, as quais trabalham usualmente entre 1 m³/h a 2 m³/h, além de impedir a descida excessiva do nível dinâmico no interior da ponteira, o que está associado com a entrada de ar no sistema.

3.4.4.8. COEFICIENTES DE MAJORAÇÃO

Segundo ALONSO (2007), é prática comum majorar a vazão calculada pelas formulações descritas em 10%, ou até 30% (USACE,1985). Esse coeficiente de majoração refere-se ao fato de que, ao se ligar o sistema de rebaixamento, este retira vazão maior do que a prevista, pois a linha freática ainda não se encontra na sua geometria final, a qual foi pressuposta para a demonstração das formulações utilizadas no pré-dimensionamento do sistema.

Na Figura 30, é possível perceber que no instante em que se inicia o sistema a distância de influência (L ou R) é pequena, o que corresponde a maiores vazões comparadas àquelas após a estabilização do sistema.

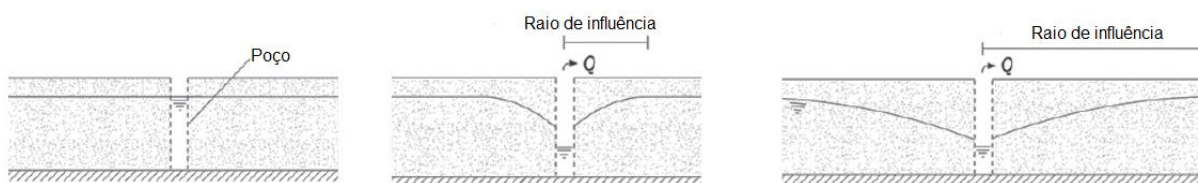


Figura 30 - Evolução da distância de influência: antes de ligar o sistema, no instante imediato de ligação e após estabilização.

Fonte: adaptado de Preene et al. (2016).

Para sistema que emprega vácuo, VELLOSO (1985) recomenda a majoração da vazão em 20%, já que a aplicação de vácuo provoca um maior bombeamento do aquífero, o que deve ser majorado pelas vazões.

A USACE (1985) recomenda ainda outros fatores de segurança, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 - Fatores de segurança.

Fonte: USACE (1985).

Fator de segurança para projeto: $FS = 1,0 + (a) + (b) + (c)$		
(a) Dados de projeto	fraco	0,25
	Médio	0,20
	bom	0,10
	excelente	0,05
(b) Experiência do projetista	fraca	0,25
	média	0,20
	boa	0,10
	excelente	0,05
(c) Risco (criticidade)	Grande	0,25
	Médio	0,20
	pequeno	0,15
Aplicação dos fatores de segurança		
Vazão bombeada (Q) - poço, bomba, tubulação		Multiplicar Q por FS
Desnível a ser rebaixado (ΔH)		Reduzir em 10%
Espaçamento entre poços ou ponteiras (a)		(aplicar apenas a um dos fatores)

A utilização desta prática aumenta a segurança do rebaixamento pois contrapõe possíveis reduções de vazão do sistema devido a diversos efeitos físicos, e até mesmo biológicos, como a contaminação da água por ferro-bactérias que colmatam a parte filtrante do sistema de rebaixamento, tornando recomendável ensaios químico-biológicos da água a ser bombeada (ALONSO, 2012).

3.5. ENSAIOS DE BOMBEAMENTO

As fórmulas utilizadas no item 3.4.4 para um projeto de rebaixamento do nível d'água em um aquífero em resposta ao fluxo através de poços requerem como entrada a transmissividade (T), e em alguns casos o coeficiente de armazenamento (S).

Existe uma grande variedade de técnicas que podem ser usadas para medir esses parâmetros, como técnicas de estimação e simulação inversa, ensaios laboratoriais, ensaios de piezômetros e ensaios de bombeamento. As fórmulas apresentadas no item 3.4.4 são baseadas em ensaios de bombeamento, no qual um furo é bombeado a uma taxa conhecida e o rebaixamento resultante é medido.

Considerando que os ensaios de laboratório fornecem valores pontuais dos parâmetros, e os ensaios de piezômetros fornecem valores in situ representativos apenas de um pequeno volume do meio poroso, os ensaios de bombeamento fornecem medições in situ que são calculadas para um grande volume de aquífero.

Assim, o ensaio de bombeamento é o método mais indicado para obter dados confiáveis sobre transmissividade, limites de recarga e fronteiras, coeficiente de armazenamento, capacidade dos poços e outros fatores que determinarão o escopo e custo do rebaixamento necessário.

3.5.1. TRANSMISSIVIDADE

Um aquífero só será eficaz na transmissão de grandes quantidades de água se possuir uma grande espessura saturada. A transmissividade é o parâmetro representativo desta capacidade do aquífero de produzir água (IGLESIAS; VILLANUEVA, 1984), sendo um fator determinante para o cálculo da quantidade de água a ser bombeada em um projeto de rebaixamento. Para um aquífero confinado de espessura D , a transmissividade (T) é definida como a multiplicação da espessura (D) pelo coeficiente de permeabilidade (k).

$$T = D.k \quad (41)$$

O conceito de transmissividade foi desenvolvido para a análise de poços em aquíferos confinados de modo que, para um fluxo horizontal bidimensional em direção a um poço neste aquífero, os termos são bem definidos, mas perdem o significado em outras aplicações de águas subterrâneas (FREEZE, 1979), como no caso de um aquífero livre, já que este parâmetro depende da espessura saturada. Assim, é importante entender que variações no nível do lençol freático podem afetar significativamente a transmissividade em aquíferos livres, pois alteram a espessura saturada, o que pode justificar a interpretação de T como propriedade variante no tempo, em vez de um valor constante pontual (suposição inicial típica) (YOUNGER, 2009).

A espessura D do aquífero pode ser estimada a partir das sondagens e o coeficiente de permeabilidade pode ser calculado conforme expresso no item 3.3.3, com a premissa de que os valores de T e k , obtidos por ensaios de bombeamento, são valores isotrópicos equivalentes.

3.5.2. POROSIDADE EFETIVA E COEFICIENTE DE ARMAZENAMENTO

O volume de água que um aquífero libera (ou retém) por unidade de área superficial por variação unitária da altura de carga d'água é medido a partir de

parâmetros diferentes para aquíferos livres ou confinados, daí a importância de se definir o tipo de aquífero conforme citado no item 3.2.

Em aquíferos livres a água extraída do meio poroso provém da drenagem de seus vazios, e, portanto, está diretamente associada aos vazios interconectados da zona saturada, conforme ilustra a Figura 31. Deste modo, o armazenamento de água em aquíferos livres está associado à porosidade efetiva, que é a parcela dos vazios que contém a água que pode ser drenada por gravidade (GOMEZ, 2017). A porosidade efetiva é definida como:

$$\phi_e = \frac{V_{vi}}{V_t} \quad (42)$$

onde:

ϕ_e = Porosidade efetiva;

V_{vi} = Volume de vazios interconectados;

V_t = Volume total de vazios.

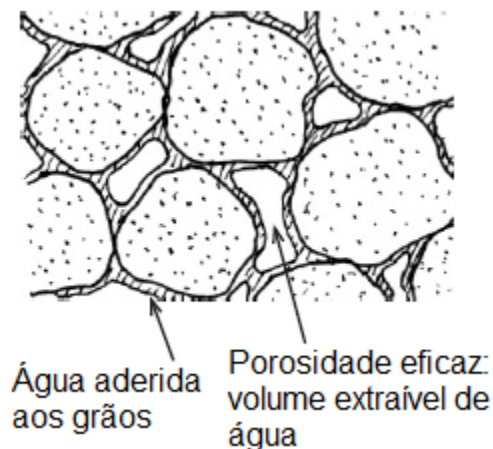


Figura 31 - Vazios com água que pode ser drenada por gravidade.

Fonte: adaptado de Sánchez-San Román (2017).

Já em aquíferos confinados, ao se retirar água, em geral, seus poros continuam saturados, apenas se diminui a pressão de água, de modo que neste caso a porosidade efetiva não indica nada, conforme ilustra a Figura 32. Assim, é necessário um parâmetro que indique a quantidade de água liberada ao se diminuir a pressão neste aquíferos. Este parâmetro é o coeficiente de armazenamento (SANCHÉZ-SAN ROMÁN, 2017).

O coeficiente de armazenamento (S) é definido como o volume de água que um aquífero libera (ou retém) por unidade de área superficial por variação unitária da altura de carga d'água. Assim como é porosidade efetiva, é um parâmetro adimensional e pode ser calculado por:

$$S = \frac{\text{Volume de água liberado}}{\text{Área unitária} \times \text{Mudança unitária na altura piezométrica}} \quad (43)$$

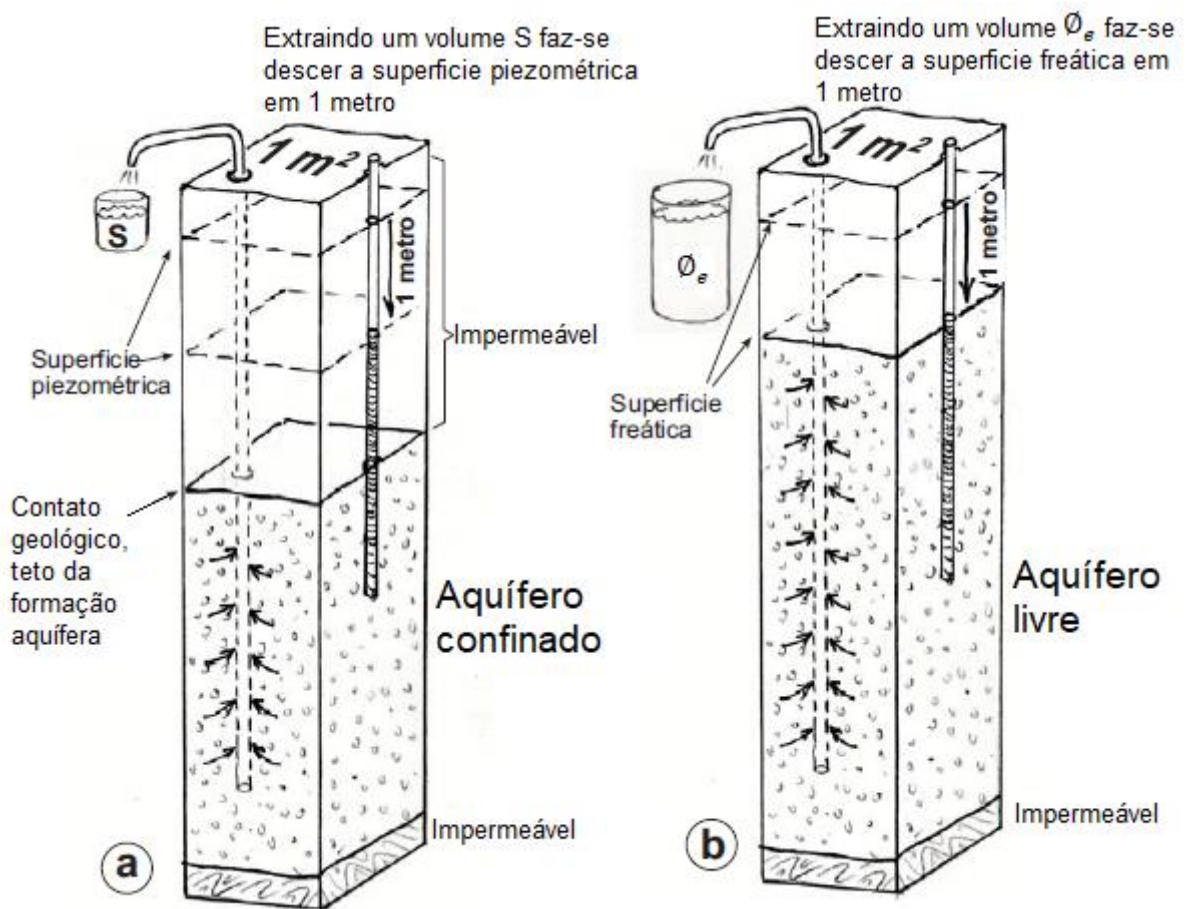


Figura 32 - Esquemas ilustrativos para a determinação do coeficiente de armazenamento em um aquífero confinado (a) e da porosidade efetiva em um aquífero livre (b).

Fonte: adaptado de Sánchez-San Román (2017).

Sánchez San-Román (2017) destaca ainda que um conceito distinto é o de armazenamento específico (S_s) utilizado no item 3.3.4, o qual se refere ao volume de água liberado por 1 m³ de aquífero confinado (não por toda a coluna de aquífero) ao descer 1 m a superfície piezométrica, de modo que:

$$S_s = \frac{\text{Coeficiente de armazenamento } (S)}{\text{Espessura do aquífero confinado } (D)} \quad (44)$$

3.5.3. O ENSAIO E SEUS TIPOS

O ensaio de bombeamento é feito com um poço de ensaio, que é tipicamente um poço profundo com uma bomba elétrica submersível. No entanto, sob algumas condições, pode ser feito com um poço de sucção, um conjunto de ponteiros, ou até mesmo uma única ponteira. Qualquer que seja o caso, o poço deve ter capacidade suficiente para desenvolver um levantamento adequado para análise. Para fornecer dados confiáveis, um ensaio de bombeamento deve definir bem a área de interesse do aquífero. Podendo ser necessário instalar piezômetros a diferentes profundidades e distâncias do poço de bombeamento.

A partir dos dados de investigação geológica disponíveis, o projetista pode fazer uma aproximação da vazão necessária para realizar o ensaio e o poço é então projetado (ver Capítulo 18 de POWERS, 2007).

Os tipos de ensaios de bombeamento estão resumidos no fluxograma a seguir:

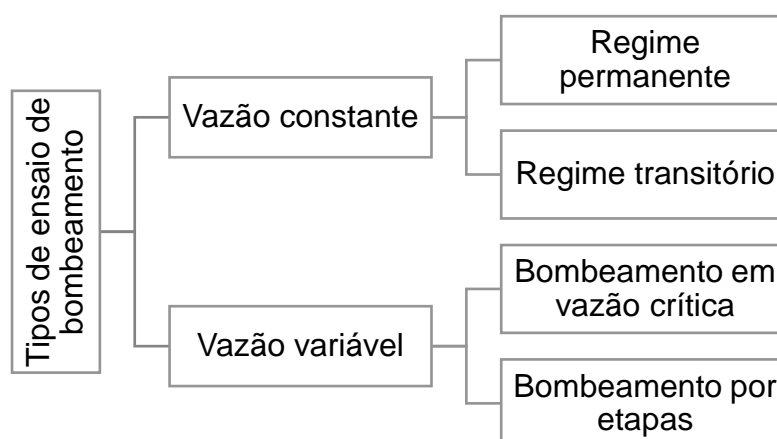


Figura 33 – Fluxograma dos tipos de bombeamento.
Fonte: Iglesias; Villanueva (1984).

Antes do início do ensaio, deve-se medir a profundidade do nível d'água no poço de bombeamento e nos de observação, se houver.

Para um ensaio de vazão constante, é necessário que a vazão não se altere ao longo de todo o ensaio. Nesse caso, o nível d'água diminuirá durante um certo tempo, e se esta variação em função do tempo de bombeamento não se estabilizar ao longo do ensaio, estaremos falando de um caso de regime transitório. Porém, se após certo tempo o nível se estabilizar no poço de ensaio e nos piezômetros de observação, pode-se interpretar como um ensaio de regime permanente (IGLESIAS; VILLANUEVA, 1984).

Com os valores de rebaixamento, vazão e distâncias entre o poço e os piezômetros, podemos obter a transmissividade, o raio de influência e a perda de carga. Caso não sejam instalados os poços de observação com piezômetros, poderá se estimar apenas a transmissividade. Enquanto o coeficiente de armazenamento, somente pode ser calculado no caso de regime transitório, já que em regime permanente o aquífero passa a ser apenas um transmissor de água, não se observando a variação unitária no volume que descreve S . Assim, os ensaios de bombeamento em regime transitório são mais precisos e completos, podendo, além de proporcionar os dados já citados, advertir sobre anomalias do aquífero em estudo.

No caso de bombeamentos com vazão variável, tem-se o ensaio a vazão crítica, que mede como varia a vazão com o tempo para que se mantenha o nível rebaixado constante, é utilizado exclusivamente para casos de aquíferos suspensos que reúnam determinadas características. E o ensaio de bombeamento por etapas mede o rebaixamento produzido por cada vazão aplicada, normalmente utilizado para calcular perdas de carga no poço.

3.5.4. INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Mostra-se que para uma dada taxa de bombeamento, se T e S são conhecidos, é possível calcular a taxa de rebaixamento, $(H - h)$ vs. t , em qualquer ponto de um aquífero. Como essa resposta depende apenas dos valores de T e S , deve ser possível fazer medições de $(H - h)$ vs. t em um ponto observacional de um aquífero e realizar uma retroanálise para determinar os valores de T e S .

A determinação de T e S de um ensaio de bombeamento envolve uma aplicação direta das fórmulas desenvolvidas no item 3.4.4. Essencialmente, este ensaio quantifica a forma e a taxa de desenvolvimento do cone de rebaixamento em um poço, a partir do qual é possível calcular a transmissividade.

Os fundamentos para se interpretar estes ensaios foram estabelecidos por THEIS (1935), que desenvolveu um método para calcular T e S pela interpretação de dados de tempo vs. rebaixamento para um bombeamento de vazão constante de um poço horizontal. Este método foi desenvolvido para um caso de aquífero confinado, em que se assumiu transmissividade homogênea e isotrópica, e extensão infinita.

Apesar dessas condições ideais serem impossíveis de se aplicar em muitos aquíferos reais, elas são muitas vezes "verdadeiras" na prática, particularmente quando o cone de rebaixamento é moderado. Isso ocorre porque um pequeno cone de rebaixamento não terá atravessado muitas zonas de diferentes transmissividades durante seu desenvolvimento, e tampouco o raio de influência terá entrado em contato com as fronteiras externas do aquífero. Além disso, várias adaptações da abordagem básica de Theis foram desenvolvidas para permitir que vários tipos de condições "não ideais" sejam levados em conta (KRUSEMAN; RIDDER, 1991), incluindo efeitos de contorno e diminuição de espessura saturada devido ao rebaixamento aquífero.

Existem dois métodos de uso comum para avaliar os resultados do ensaio de vazão constante e obter os coeficientes do aquífero, ambas abordagens são gráficas. O primeiro envolve a correspondência de curvas em um gráfico bilogarítmico (método de Theis) e o segundo envolve interpretações com um gráfico semilogarítmico (método de Jacob) (FREEZE, 1979).

No geral, se observa que a formulação básica de THEIS (1935) se mostra adequada para analisar dados de ensaios de bombeamento de vazão constante em uma ampla gama de configurações de campo (YOUNGER, 2009), embora, segundo POWERS (2007), o método de Jacob seja mais adequado para análise de rebaixamento, ainda que para certos casos de aquíferos confinados, os quais não trataremos neste trabalho, o método de Theis possa ter vantagens. Na maioria das aplicações, a geometria simples do método de Jacob fornece uma resposta mais "instantânea" do aquífero como um todo e permite uma identificação mais confiável de suas anomalias, que são frequentemente mais significantes que os parâmetros

básicos. As curvas de Jacob são projetadas para um aquífero ideal, e por isso podem ocorrer distorções na forma das curvas (mudanças na inclinação, deslocamentos para cima ou para baixo), se essas alterações forem grandes, as curvas não poderão ser usadas para a determinação precisa dos parâmetros do aquífero.

Se o poço do ensaio for parcialmente penetrante, os dados devem ser corrigidos usando o método de Butler (ver seção 6.9 de POWERS, 2007).

A seguir, ilustramos na Tabela 7 um resumo com as formulações desenvolvidas para o cálculo da transmissividade, do coeficiente de armazenamento e do raio de influência a partir do conhecimento da vazão e do rebaixamento, e em seguida explicamos como interpretar estas formulações.

Tabela 7 – Tabela resumo para cálculo de T, S e R a partir de ensaios de bombeamento.

Fonte: adaptado de Gomez (2017).

Aquífero	Regime	
	Permanente	Transitório
Livre	<p>Fórmula de Dupuit-Forchheimer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gráfico: $(H^2 - h^2)$ vs. $\log r$ • $k = \frac{0,732Q}{ m }$ • $R = r$ para $H^2 - h^2 = 0$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de aquífero confinado com $s^* = \left(s - \frac{s^2}{2h_0}\right)$, se $s > 10-15\%$ de h_0
Confinado	<p>Fórmula de Thiem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gráfico: s vs. $\log r$ • $T = \frac{0,366Q}{ m }$ • $R = r$ para $s = 0$ 	<p>Fórmula de Theis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gráfico: $\log s$ vs. $\log t$ e $\log W(u)$ vs. $\log (1/u)$ • $T = \frac{Q}{4\pi s_0}$ • $S = \frac{4}{r^2} \frac{Tt_0}{1/u_0}$ <p>Aproximação de Jacob</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gráfico: s vs. $\log t$ • $T = \frac{0,183Q}{m}$ • $S = \frac{2,25Tt_0}{r^2}$

- $s = H - h$
- r = distância ao poço
- R = raio de influência
- T = transmissividade
- k = coeficiente de permeabilidade
- S = coeficiente de armazenamento
- u = variável de Boltzmann
- $W(u)$ = função de poço

3.5.4.1. INTERPRETAÇÃO DO ENSAIO DE BOMBEAMENTO EM REGIME PERMANENTE

Para aquíferos livres, utilizamos a formulação de Dupuit-Forchheimer, que se baseia nas seguintes hipóteses:

- O aquífero é homogêneo e isotrópico, com limites infinitos;
- O nível piezométrico é horizontal antes do início do bombeamento;
- A Lei de Darcy é válida;
- A água liberada do armazenamento aparece simultânea e proporcionalmente à diminuição do nível piezométrico;
- A vazão é constante;
- O poço é totalmente penetrante;
- O fluxo é simétrico em relação ao eixo do poço.

A partir desta formulação demonstra-se:

$$H^2 - h^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln(R/r) = \frac{0,732Q}{k} \log R + \frac{0,732Q}{k} \log r \quad (45)$$

Na prática, anotam-se os valores de $H^2 - h^2$ para cada distância (r) ao poço, e se constrói um gráfico semilogarítmico de $H^2 - h^2$ por $\log r$, que será uma reta de inclinação $m = -\frac{0,732Q}{k}$. A partir desta reta ajustada obtemos $k = \frac{0,732Q}{|m|}$. O valor de r para $H^2 - h^2 = 0$ é o raio de influência (R).

Já para aquíferos confinados, utilizamos a formulação de THIEM (1906), cujas premissas são as mesmas de Dupuit-Forchheimer, mas considera também que o aquífero é horizontal, e de espessura (D) constante.

A partir desta formulação, considerando $s = H - h$, demonstra-se:

$$s = \frac{Q}{2\pi T} \ln(R/r) = \frac{0,366Q}{T} \log R + \frac{0,366Q}{T} \log r \quad (46)$$

Na prática, anotam-se os valores do rebaixamento ($H - h$) para cada distância (r) ao poço, e se constrói um gráfico semilogarítmico de s por $\log r$, que será uma reta de

inclinação $m = -\frac{0,366Q}{T}$. A partir desta reta ajustada obtemos $T = \frac{0,366Q}{|m|}$. O valor de r para $s = 0$ é o raio de influência (R).

3.5.4.2. INTERPRETAÇÃO DO ENSAIO DE BOMBEAMENTO EM REGIME TRANSITÓRIO

Esta interpretação foi desenvolvida por THEIS (1935) a partir das seguintes hipóteses:

- O aquífero é confinado, homogêneo e isótropo, com limites infinitos na direção horizontal;
- O aquífero é horizontal, e de espessura (D) constante;
- O diâmetro do poço é suficientemente pequeno para que se possa desprezar o armazenamento nele;
- A água liberada do armazenamento aparece simultânea e proporcionalmente à diminuição do nível piezométrico;
- A vazão é constante;
- O poço é totalmente penetrante;
- O nível piezométrico antes do início do bombeamento é o mesmo em todos os pontos do aquífero;
- A vazão bombeada é derivada exclusivamente do armazenamento do aquífero
- O armazenamento do aquífero é proporcional à altura piezométrica.

Para um aquífero confinado, considerando $s = H - h$, demonstra-se pela fórmula de Theis:

$$\log s = \log W(u) + \log \frac{Q}{4\pi T} \quad (47)$$

$$\log t = \log \frac{1}{u} + \log \frac{r^2 S}{4T} \quad (48)$$

onde:

u = variável de Boltzman

$W(u)$ = função de poço

Sendo a vazão (Q) constante, $\frac{Q}{4\pi T}$ e $\frac{r^2 S}{4T}$ são constantes, e a relação entre $W(u)$ e $1/u$ é do mesmo tipo que a relação entre s ($H-h$) e o tempo (t). Essa relação mostra que a curva de rebaixamento em função do tempo em uma escala bilogarítmica é do mesmo tipo que a curva de Theis, mas com a origem transladada, para uma mesma escala.

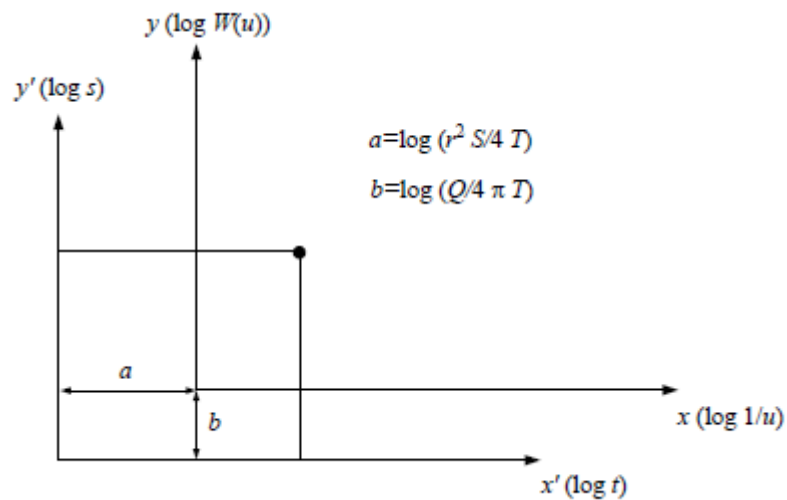


Figura 34 –Translação dos eixos da fórmula de Theis.
Fonte: adaptado de Iglesias; Villanueva (1984).

Na prática, representa-se graficamente na mesma escala as curvas $\log W(u) \times \log (1/u)$ e $\log s \times \log t$, de forma separada. Estes gráficos são sobreposicionados mantendo os eixos coordenados paralelos (Figura 34). E então seleciona-se um ponto dentro da zona de sobreposição (não necessariamente sobre a curva), lemos as coordenadas deste ponto nos dois gráficos, obtendo W_0 , $1/u_0$, s_0 e t_0 . Colocando estas coordenadas na fórmula de Theis, obtemos:

$$T = \frac{Q}{4\pi} \frac{W_0}{s_0}$$

$$S = \frac{4}{r^2} \frac{T t_0}{1/u_0}$$

Jacob (1946) aproximou a fórmula de Theis, chegando em:

$$s = \frac{0,183Q}{T} \log t + \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25T}{r^2 S} \quad (49)$$

O que na prática significou anotar os valores do rebaixamento em função de log t, ajustando os dados a uma reta cuja inclinação será $m = \frac{0,183Q}{T}$. E assim, obtemos a transmissividade, $T = \frac{0,183Q}{m}$.

Para a determinação do coeficiente de armazenamento (S), utilizamos a fórmula de Jacob para um rebaixamento (s) nulo, correspondente a um tempo t_0 , chegando a:

$$S = \frac{2,25Tt_0}{r^2}$$

No caso de regime transitório, a metodologia para aquíferos livres é a mesma de aquíferos confinados, a menos da seguinte correção para o rebaixamento (s):

$$s^* = \left(s - \frac{s^2}{2h_0} \right)$$

onde:

s^* = rebaixamento corrigido

s = rebaixamento medido

h_0 = espessura saturada inicial do aquífero

Obs.: Não é necessário fazer a correção se $s < 10\text{-}15\%$ de h_0 .

3.5.5. AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE UM ENSAIO DE BOMBEAMENTO

A avaliação do emprego de ensaios de bombeamento leva em consideração o peso significativo da condição da água subterrânea, seja quanto a seus impactos operacionais em uma escavação, seja quanto aos seus possíveis efeitos sobre estruturas próximas quando rebaixada. Caso os aquíferos locais representem grande influência sobre os custos, cronogramas, métodos de construção ou efeitos para terceiros, é provável que um ensaio de bombeamento seja necessário.

Este ensaio pode ser justificado quando grandes quantidades de água deverão ser bombeadas. Se as perfurações do solo indicam camadas de areias limpas e cascalhos de espessura significativa, ou a possível existência de uma fonte próxima de recarga (rio, lago, mar), podem ocorrer altos fluxos. O ensaio de bombeamento pode ajudar a avaliar a taxa de fluxo total, que pode ser importante quando há restrições ao rebaixamento, já que uma condição de alto fluxo sugere um amplo raio de influência do bombeamento e a possibilidade de efeitos colaterais prejudiciais a

vizinhança, tais como perda no suprimento de água do aquífero ou adensamento do solo com consequente danos às estruturas existentes. O ensaio pode avaliar os gradientes da água subterrânea, o raio de influência e outros fatores pertinentes, além da necessidade de um sistema de pré-drenagem para se escavar uma interface de areia fina ou areia fina siltosa sobre um leito de material relativamente impermeável, garantindo segurança contra instabilidades hidráulicas (POWERS, 2007).

A principal vantagem do ensaio de bombeamento é fornecer valores de parâmetros in situ calculados sobre um volume grande e representativo do aquífero. Ressaltando-se que é possível se obter informações sobre a condutividade através da relação $k = T/D$, além de se obter as propriedades de armazenamento com um único ensaio.

O primeiro passo é definir os propósitos do ensaio, que pode incluir a determinação de:

- Transmissividade (T);
- Raio de influência (R);
- Coeficiente de armazenamento (S);
- Outros parâmetros do aquífero que afetem o volume total a ser bombeado;
- Os gradientes horizontais esperados, que controlam o possível efeito nas estruturas próximas ou nos poços de abastecimento de água;
- A dificuldade em instalar poços ou ponteiras, de modo que os projetos apropriados e as técnicas de instalação possam ser selecionados;
- A vazão máxima que pode ser esperado de um poço;
- Quaisquer condições inesperadas que possam afetar o rebaixamento, como pressão artesianas abaixo do subleito, a volatilidade e grau de comunicação com rios ou outras fontes de recarga próximas o suficiente para afetar rebaixamento;
- Anisotropia do aquífero;
- Benefícios da penetração parcial na redução da quantidade de água a ser bombeada, observando que se a penetração parcial for considerada no projeto do sistema de rebaixamento, deve ser revisada antes do planejamento do ensaio de bombeamento.

À medida que a investigação geotécnica continua, o engenheiro projetista começará a perceber o alcance dos possíveis métodos de controle de água

subterrânea e fará um julgamento quanto à viabilidade do rebaixamento, analisando os efeitos temporários ou de longo prazo para terceiros.

O sucesso de um ensaio de bombeamento depende de um ajuste correto das circunstâncias físicas dos ensaios às limitações matemáticas ou condições de contorno, além de uma seleção adequada do material para ensaio. Ainda assim, as equações utilizadas adotam uma série de simplificações e possuem várias limitações, de modo que anomalias no aquífero e casos particulares não respeitam as hipóteses propostas, podendo gerar curvas de representação distorcidas. Por conta disso, desenvolveram-se metodologias teóricas para que seja possível analisar alguns desses casos particulares, em que uma ou várias das hipóteses adotadas não sejam verificadas em campo. Algumas dessas metodologias são descritas no Capítulo 5 de IGLESIAS; VILLANUEVA (1984).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, propõe-se a aplicação das metodologias descritas nos itens anteriores para efetuar análises de estudos de caso de um projeto de rebaixamento a fim de verificar a validade das formulações teóricas em relação às ocorrências reais de campo. Esta análise consiste na comparação de leituras de vazão em campo com valores de vazão calculados analiticamente a partir das formulações recorrentes na literatura, descritas no item 3.4.4.

Para esta análise, servirão como base dos estudos de caso os dados de monitoramento do sistema de rebaixamento com poços profundos de bombas submersas (PBS) da Estação Adolfo Pinheiro e do Poço de Ventilação e Emergência Delmiro Sampaio (PVSE), pertencentes à obra da Linha 5 Lilás do Metrô de São Paulo.

Ambos os sistemas de rebaixamento foram estudados devido a suas particularidades geométricas que geram uma interessante capacidade de avaliação das metodologias anteriormente descritas. No caso do PVSE Delmiro Sampaio, é possível analisar os casos de arranjos circulares com fonte circular, isto é, considerando-o como poço equivalente. Por outro lado, a Estação Adolfo Pinheiro apresenta uma geometria com cinco poços secantes, o que permite o estudo quanto a aplicação dos conceitos de poço equivalente e de vala equivalente.

4.1. BREVE DESCRIÇÃO DA OBRA

A obra adotada como caso de estudo deste trabalho refere-se à parte da extensão da Linha 5 Lilás do Metrô de São Paulo, a qual compreendeu a construção de um total de 11,8 km de túneis e 11 estações. Em especial, será avaliado o monitoramento do sistema de rebaixamento do lençol freático de duas unidades construtivas do Lote 1: o Poço de Ventilação e Saída de Emergência (PVSE) Delmiro Sampaio e a Estação Adolfo Pinheiro. Neste caso, o rebaixamento foi empregado para reduzir os esforços de subpressão durante a escavação e execução do revestimento primário destas estruturas.

O Lote 1 totaliza 640,0 m de extensão com os túneis de via e o túnel de ligação, partindo do PVSE, como mostra a Figura 35.

O projeto de rebaixamento adotado para ambas as unidades construtivas consistiu no emprego de poços profundos com bombas submersas (PBS) de capacidade de 5,0 m³/h, diâmetro usual de 40,0 cm, espessura de filtro de 15,0 cm e comprimento variável, como será descrito a seguir.

O PBS apresenta segmento inicial com 5,0 m de argila socada, seguida por material granular de filtro até o fundo deste. A escavação para instalação do poço é feita até certa profundidade, de modo que a cota de instalação do conjunto bomba de 1,5 m localize-se à 0,5 m da cota de fundo do poço. O tubo de PVC inserido no orifício escavado é perfurado a partir de 1,0 m abaixo da argila socada e mantém-se assim até a cota de fundo. O projeto do poço de bombeamento pode ser observado na Figura 36.

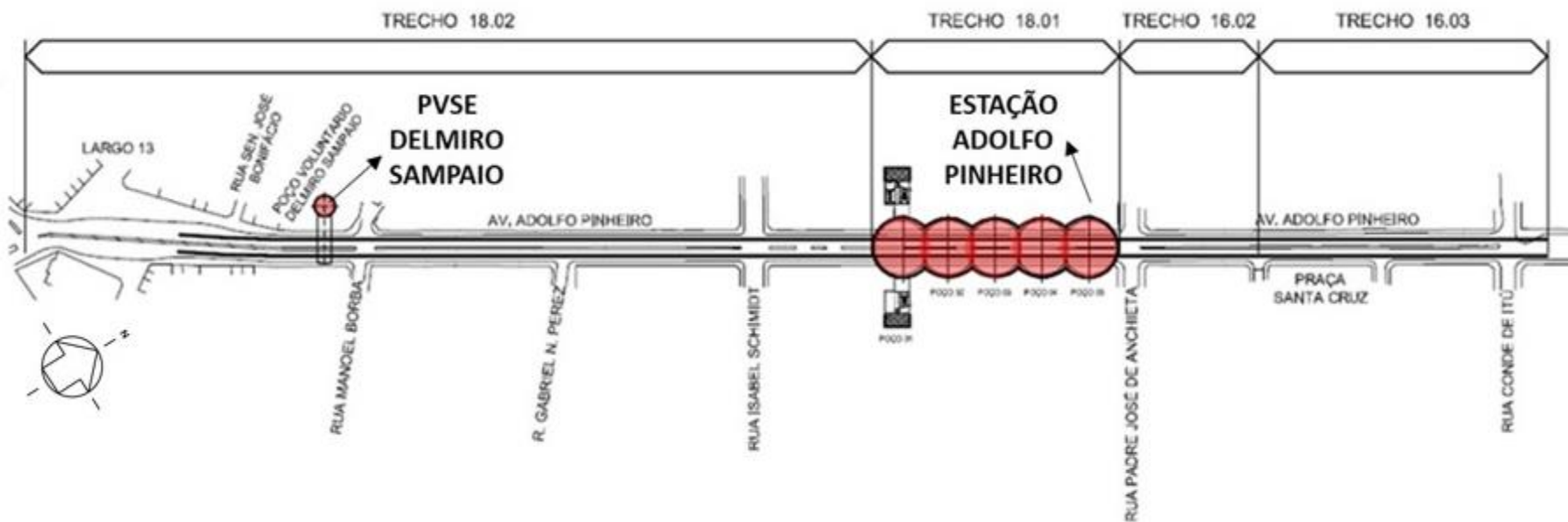
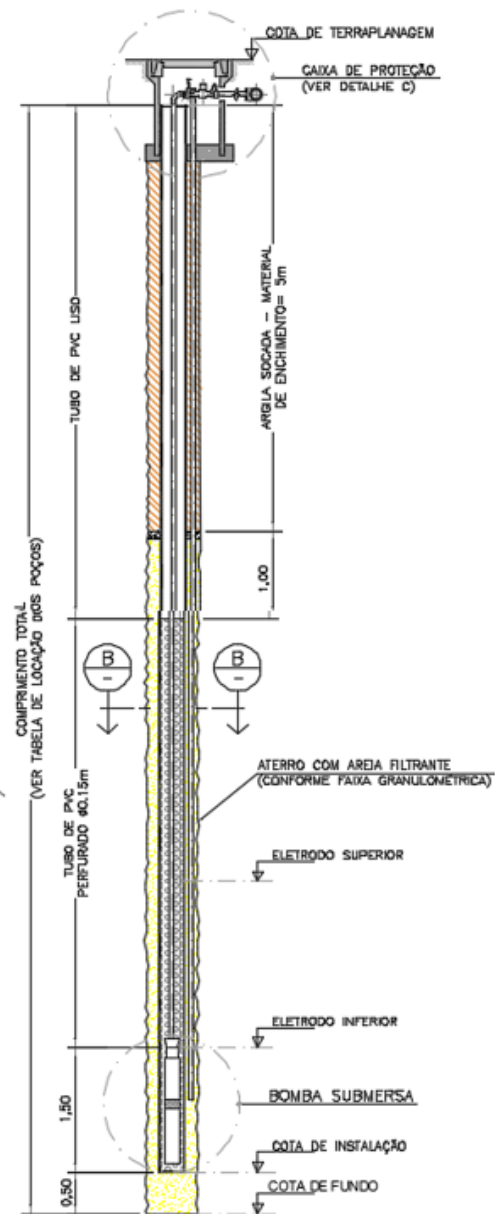


Figura 35 - Planta Chave do Lote 1 da Linha 5 Lilás do Metrô de São Paulo. PVSE Delmiro Sampaio e Estação Adolfo Pinheiro indicadas em vermelho.
 Fonte: Consórcio LARGO 13 (2009).



DETALHE **A**
 mec. S/ESC.
 POÇO COM BOMBA SUBMERSA

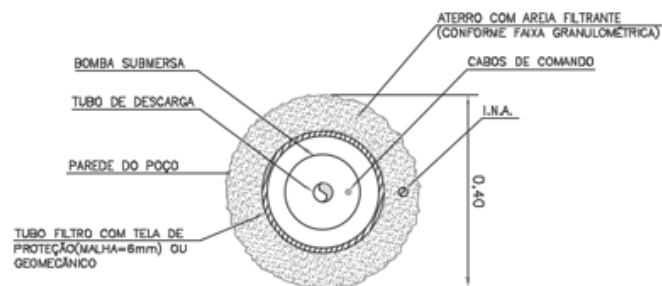


Figura 36 - Projeto do poço profundo para instalação da bomba submersa.
 Fonte: adaptado de Consórcio LARGO 13 (2009).

A Estação Adolfo Pinheiro ocupa 140,0 m do trecho total do Lote 1 e foi construída a partir de cinco poços secantes. Os poços secantes possuem aproximadamente 33,6 m de diâmetro e 17,5 m de profundidade, cuja execução baseou-se na metodologia NATM (“New Australian Tunneling Method”), isto é, escavação seguida por revestimento em concreto projetado e emprego de telas metálicas. Para a Estação, projetaram-se 54 poços PBS, como mostra a Figura 37, com comprimentos de 37,5 m (PBS 32 e 34); 34,0 m (PBS 11 e 13; 43 a 54) e 30,0 m (restante dos poços), com espaçamento médio de 10,0 m.

O projeto de rebaixamento foi previsto para ser acionado por fases, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Faseamento do sistema de PBS da Estação Adolfo Pinheiro.
Fonte: adaptado de Consórcio LARGO 13 (2009).

Poços Secantes 1 e 2				
	Primeira Fase		Segunda Fase	
Poços	PBS 1 a 11; 12; 15 a 28	PBS 43 a 48	PBS 11 e 13	
Profundidade	30 m cada poço	34 m cada poço	34 m cada	
Poços Secantes 3,4 e 5				
	Primeira Fase		Segunda Fase	
Poços	PBS 15 a 31;33; 35 a 42		PBS 32 e 34	PBS 48 a 54
Profundidade	30 m cada poço		37,5 m cada	34 m cada

O Poço de Ventilação e Saída de Emergência (PVSE) Delmiro Sampaio apresenta aproximadamente 13,0 m de diâmetro e 27,0 m de profundidade (Figura 38) e foi executado com a mesma técnica construtiva apresentada para a Estação. Nesta unidade, foram empregados 12 poços PBS (PBS 1 a 12) de 37,0 m de comprimento e espaçamento médio de 6,0 m. Os poços foram acionados em fase única.

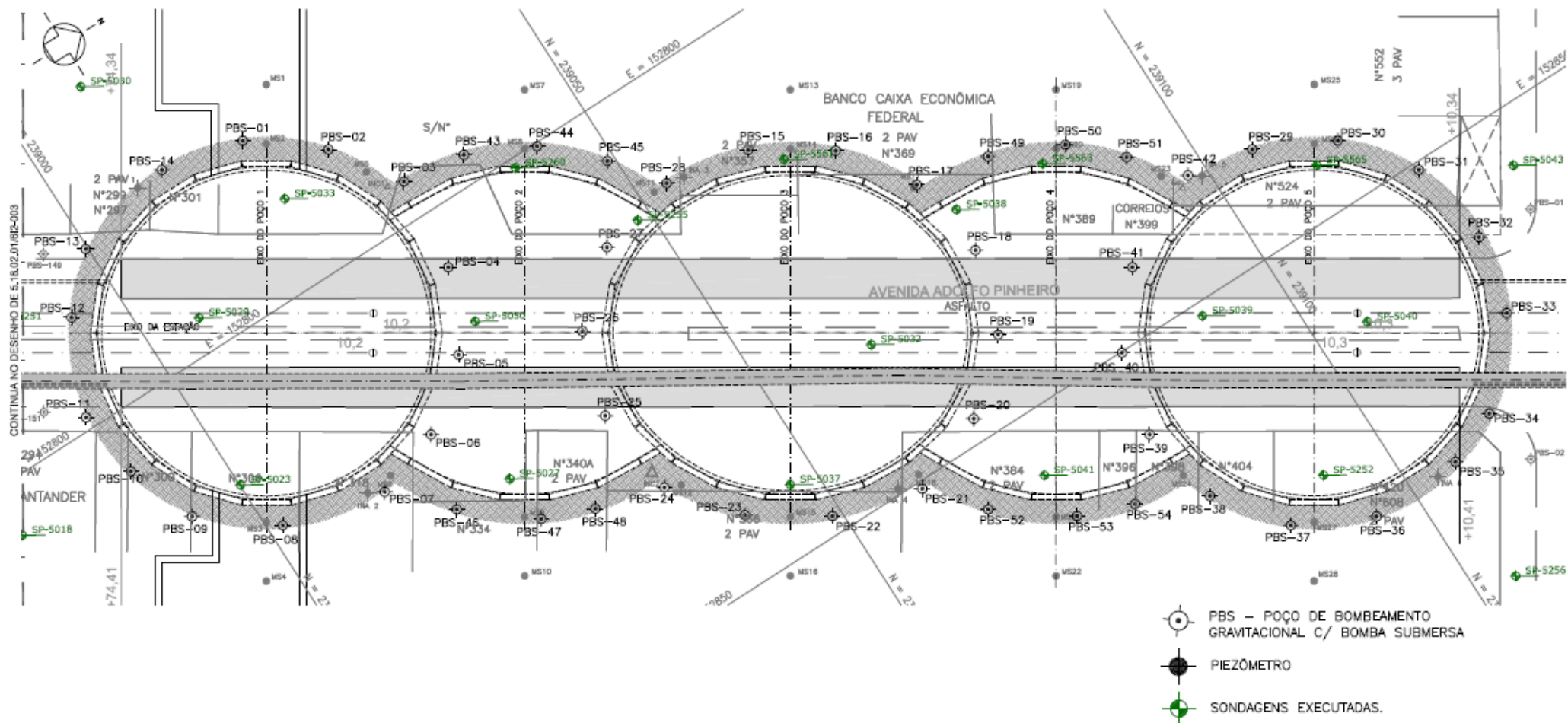


Figura 37 - Planta do projeto de rebaixamento para a Estação Adolfo Pinheiro.
 Fonte: Consórcio LARGO 13 (2009).

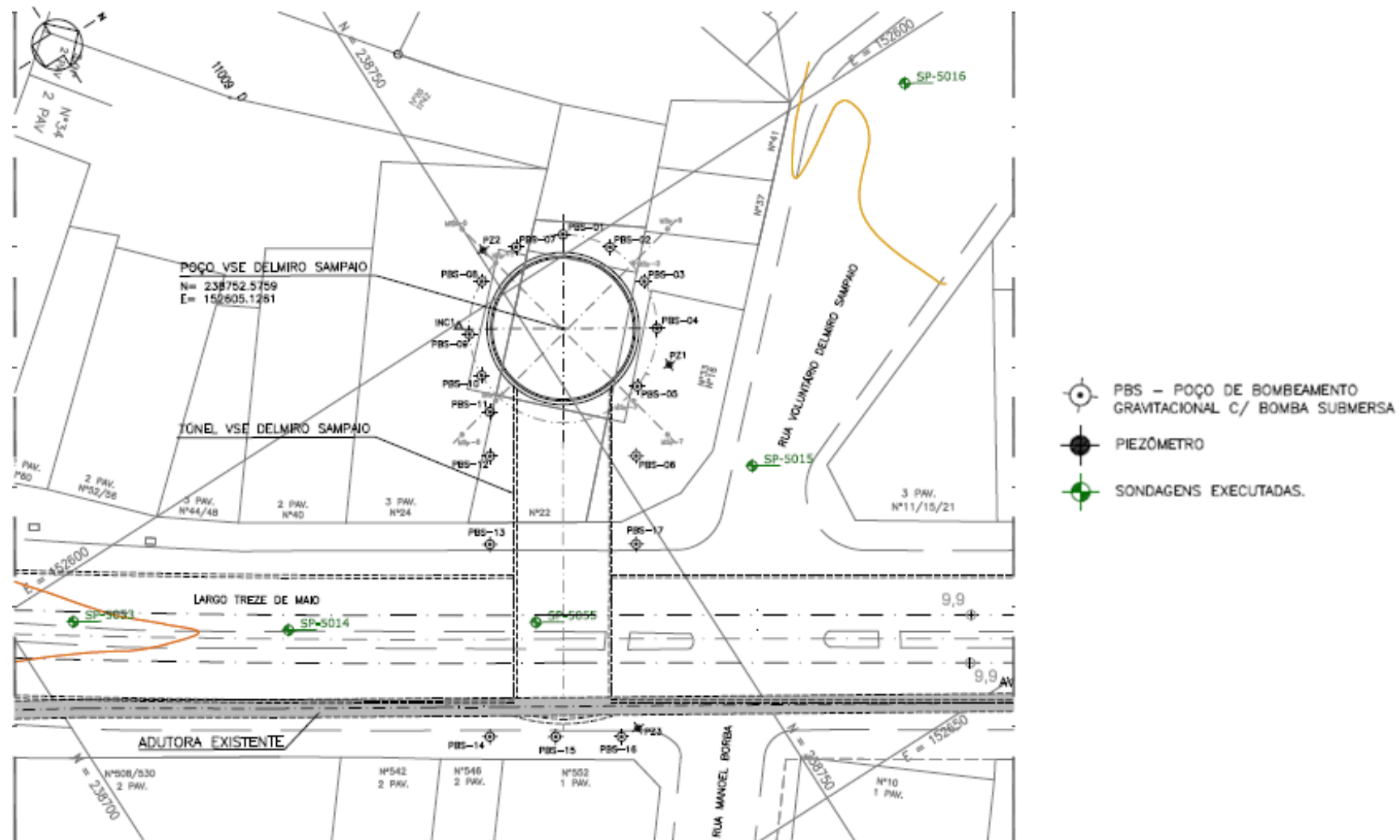


Figura 38 - Planta do projeto de rebaixamento do Poço de Ventilação e Emergência (PVSE) Delmiro Sampaio.
 Fonte: Consórcio LARGO 13 (2009).

4.2. CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Conforme visto no item 3.4.1, a determinação do perfil geológico-geotécnico é fundamental para o cálculo da vazão a ser bombeada por um sistema de rebaixamento, pois determina variáveis importantes nas formulações como: a altura do nível d'água e a possível localização da camada considerada impermeável (H); a espessura da camada permeável (D), quando se trata de um aquífero confinado, e o tipo de solo da camada permeável, de extrema importância para determinação do coeficiente de permeabilidade.

A obra objeto deste estudo de caso localiza-se na região oeste da Bacia Sedimentar no Município de São Paulo. Conforme indica a Figura 39, as litologias predominantes na região correspondem ao Embasamento Cristalino (solos e saprolitos de gnaiss) e aos sedimentos terciários da Bacia Sedimentar de São Paulo, referentes, nesta região, à Formação Resende e à Formação São Paulo.

Os solos residuais (saprolitos de gnaiss) ocorrem principalmente sotapostos às argilas e areias da Bacia Sedimentar. Estes saprolitos formam espessos perfis com diferentes estruturas geológicas - como por exemplo, a existência de fraturas e zonas de cisalhamento - devido aos eventos de intemperismo sofridos durante todo o período pré-cambriano e à formação posterior das camadas sedimentadas.

Segundo o Relatório Geológico-Geotécnico (Consórcio LARGO 13, 2011), este tipo de litologia apresenta alta permeabilidade, já que “em obras executadas em maciços similares na cidade de São Paulo, verificou-se que as condições hidrogeológicas são determinadas pela permeabilidade através da matriz do solo residual, bem como por descontinuidades preservadas neste horizonte (...); quando não drenados por sistemas externos, as escavações nestes maciços podem requerer a aplicação sistemática de drenagem através de drenos horizontais profundos (DHPs)”. Como será apresentado, a unidade construtiva do PVSE Delmiro Sampaio apresenta perfil predominantemente composto por estes solos residuais de gnaiss.

Na Formação Resende, predominam sedimentos terciários constituídos por camadas de argilas rijas, com alta consistência e baixa permeabilidade, e areias compactas com baixo teor de argila, ocorrentes em lentes confinadas.

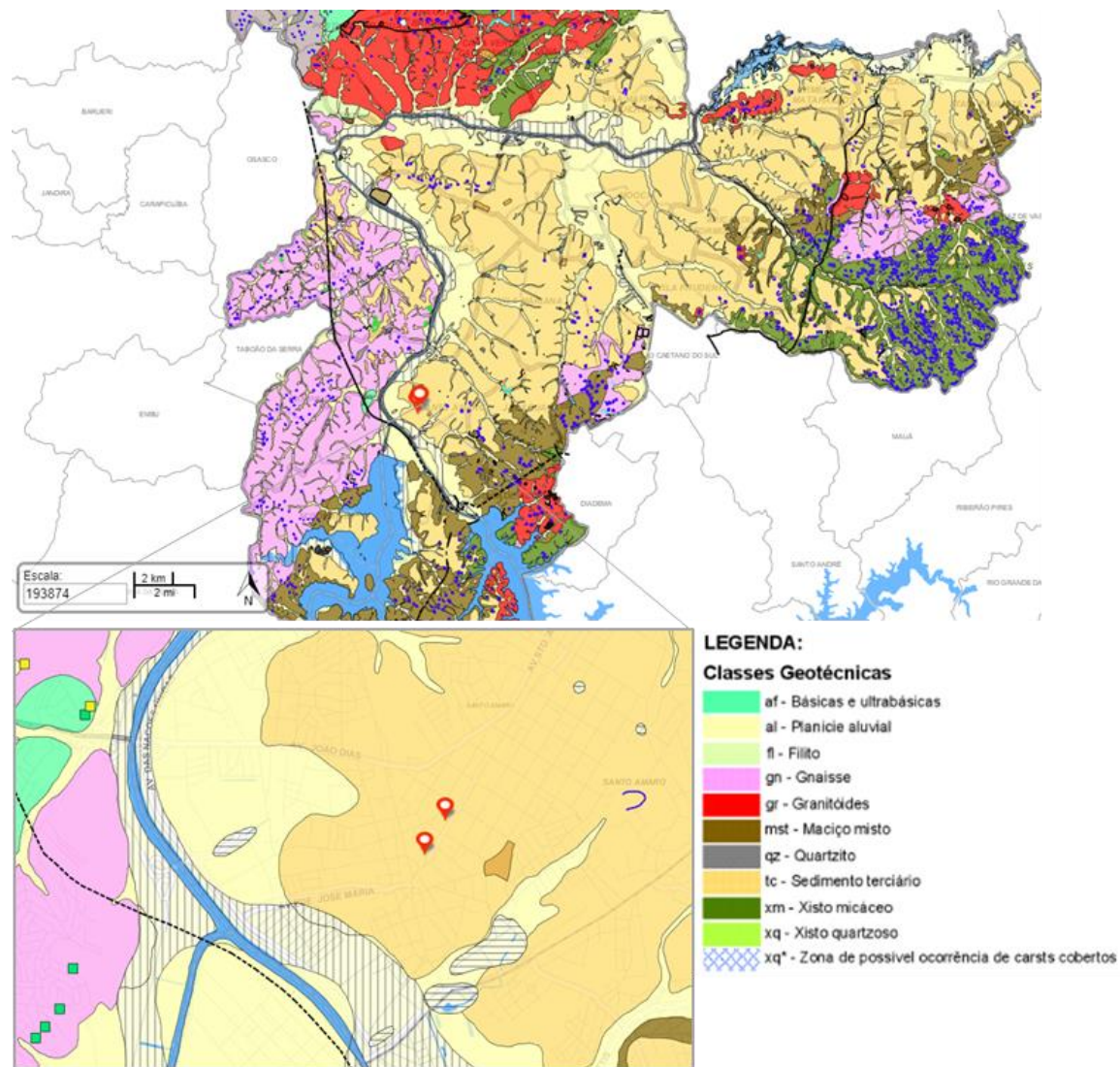


Figura 39 - Indicação dos pontos referentes às unidades construtivas PVSE e Estação Adolfo Pinheiro na Carta Geotécnica do Município de São Paulo.

Fonte: adaptado de GeoSampa (2019).

Por sua vez, a Formação São Paulo possui argilas siltosas pouco arenosas de consistência variadas, argilas porosas vermelhas e areias finas a médias argilosas. As argilas variegadas desta região sofreram processo intenso de intemperismo, o que provoca condicionantes estruturais de fratura favoráveis à percolação d'água, o que também justifica a necessidade de drenagem.

O estudo geológico-geotécnico da Região Metropolitana de São Paulo apresenta uma classificação usual baseada em códigos, elaborados pela Companhia do Metropolitan de São Paulo, a qual foi empregada nos perfis de sondagem referentes às unidades construtivas deste estudo de caso. A descrição das unidades geológico-geotécnicas com os respectivos códigos e valores de coeficiente de permeabilidade, apresentados no Relatório Geológico-Geotécnico (Consórcio LARGO 13, 2011), está indicada na Tabela 9.

Tabela 9 – Coeficiente de permeabilidade das unidades geológico-geotécnicas do estudo de caso.

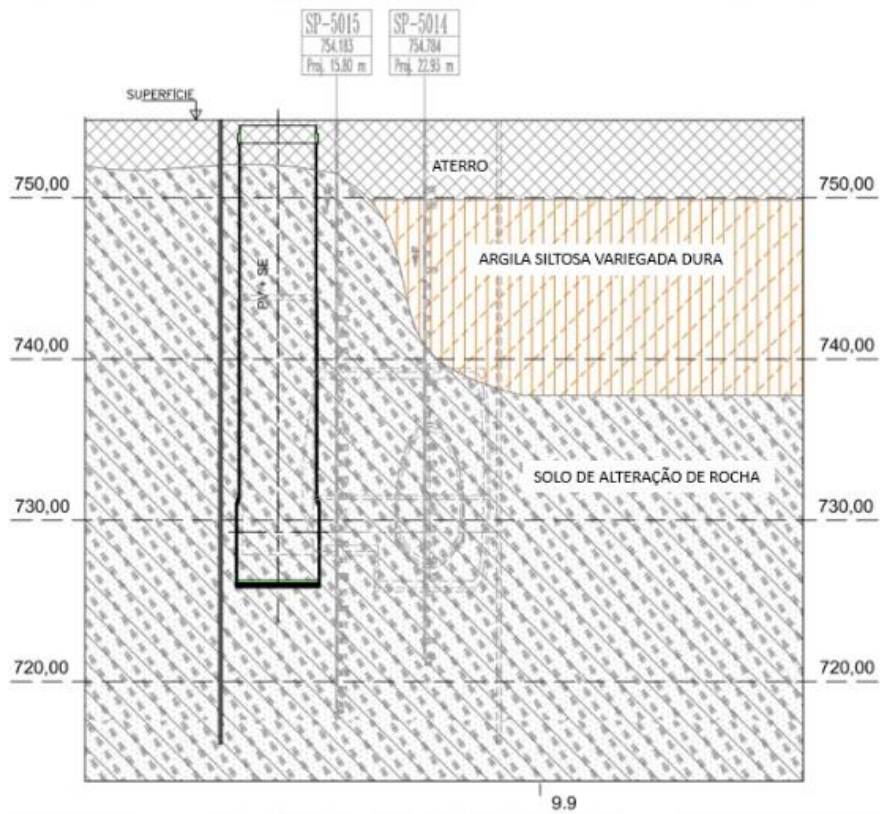
Fonte: Consórcio LARGO 13 (2011).

Formação São Paulo	código	k (cm/s)
Areia Fina a Média Argilosa	3 AR 1	10-3
Areia Média Argilosa com pedregulhos	3 AR 2	5.10-4
Argila Porosa Vermelha	3 AGP 1	5.10-4
Argila Vermelha Rija	3 AGP2	5.10-4
Argila Siltosa variega rija e dura	3 AG 1	5.10-4
Argila arenosa variegada média e dura	3 AG 2	5.10-4
Formação Resende	código	k (cm/s)
Areia fina a média argilosa	4 AR 1	2,5.10-4 a 10-3
Areia média a grossa argilosa	4 AR 2	2.10-2 a 10-4
Areia média a grossa	4 AR 3	4.10-4 a 4.10-2
Argila siltosa	4 AG1	10-7
Argila arenosa	4 AG 2	10-7
Argila arenosa com pedregulhos	4 AG 3	10-7
Solo de Alteração de Rocha	código	k (cm/s)
solos de alteração de gnaiss	5SR1 e 5	8,9. 10-6 - 1,74.10-5
	SR2	10-4

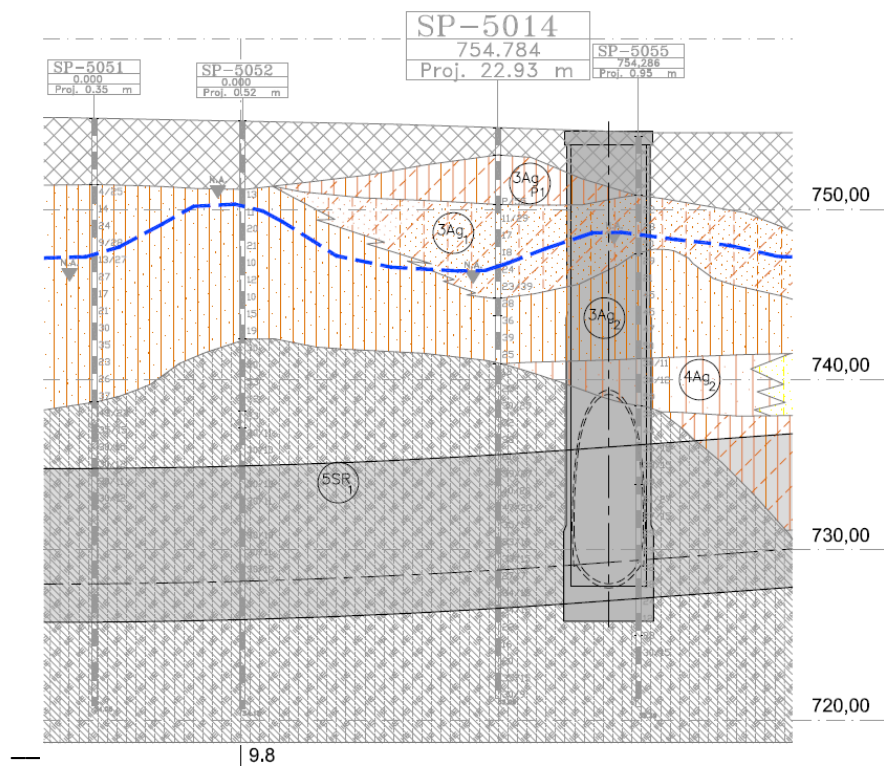
Para o Poço PVSE, os perfis geológicos propostos a priori do projeto (Figura 40) indicam a ocorrência de argilas siltosas arenosas a pouco arenosas das Formações São Paulo (3Ag1, 3AgP1, 3Ag2) e da Formação Resende (4Ag2), seguidas por uma extensa camada de solos residuais maduros de gnaiss (5SR1) e, posteriormente, por solo residual jovem (5SR2). A altura do nível d'água obtida por meio das sondagens pode ser verificada na Figura 40b, indicada pela linha tracejada azul.

Na Estação Adolfo Pinheiro, como mostra o perfil geológico fornecido (Figura 41), os cinco poços secantes interceptam camadas intercaladas de argilas e areias das duas Formações. A princípio, nos trechos superiores, há a presença de aterros de argilas arenosas, seguidos pelas argilas porosas vermelhas (3Ag P1 e 3Ag2) da Formação São Paulo. Em sequência, ocorrem areias (3Ar1 e 3Ar2) da mesma Formação, e repetem-se as intercalações destes sedimentos terciários até alcançar a espessa camada das argilas duras da Formação Resende (4Ag1) aproximadamente a partir da cota 730,0 m. Nesta camada de argila, ocorrem ainda bolsões de areias médias e grossas, pouco a muito compactas da mesma Formação (4Ar1, 4Ar2 e 4Ar3). A altura do nível d'água obtida por meio das sondagens pode ser verificada na Figura 41, indicada pela linha tracejada azul.

A descrição das unidades geológico-geotécnicas, assim como o significado dos códigos que constam na Figura 40 e na Figura 41 para caracterizar as camadas de solo, estão indicados na Tabela 9.



(a)



(b)

Figura 40 - Perfil do PVSE Delmiro Sampaio.
Fonte: Consórcio LARGO 13 (2009).

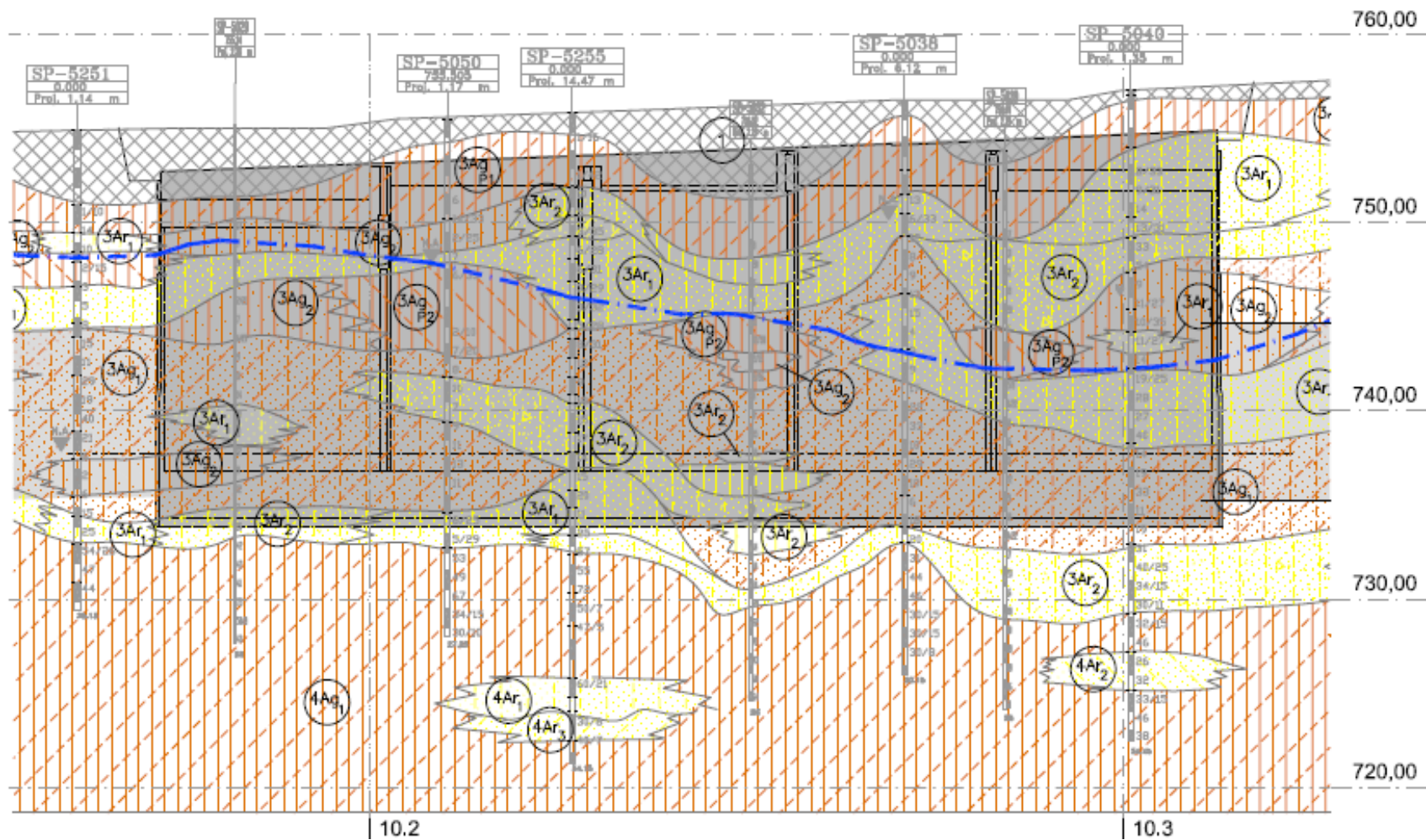


Figura 41 - Perfil da Estação Adolfo Pinheiro.
 Fonte: Consórcio LARGO 13 (2009).

Os dados referentes aos parâmetros de permeabilidade dos solos são provenientes de estudos realizados em obras da Companhia do Metropolitano de São Paulo, dados da literatura e em ensaios realizados, seja com amostras recolhidas durante as campanhas de investigação, seja a partir de piezômetros instalados em campo.

No caso da Estação Adolfo Pinheiro, foram realizados ensaios com piezômetros, cujos resultados indicam as condutividades hidráulicas máxima, mínima e média como apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 - Ensaio com piezômetros na região da Estação Adolfo Pinheiro.
Fonte: Consórcio LARGO 13 (2012).

Piezômetro	k (cm/s)
PZ-5014-1	1,74. 10 ⁻⁵
PZ-5014-2	8,90. 10 ⁻⁶
PZ-5016	1,35. 10 ⁻⁵
PZ-5019-1	2,10. 10 ⁻⁴
PZ-5019-2	5,20. 10 ⁻⁶
PZ-5025	1,50. 10 ⁻⁵
PZ-5056	8,70. 10 ⁻⁵
PZ-5045	1,30. 10 ⁻⁵
PZ-5050	2,30. 10 ⁻⁵
PZ-5256A	1,70. 10 ⁻⁴
máx	2,10. 10 ⁻⁴
mín	5,20. 10 ⁻⁶
média	5,63. 10 ⁻⁵

4.3. MONITORAMENTO DO REBAIXAMENTO

O monitoramento do sistema de rebaixamento com bombas submersas (PBS) nas unidades construtivas baseou-se nas leituras diárias dos hidrômetros instalados para cada poço e dos medidores de nível d'água (INA), além do acompanhamento das leituras dos piezômetros.

Como anteriormente explicado, o INA tem como finalidade medir a posição da linha freática no subsolo onde é instalado. Nesta obra, há um INA para cada poço profundo,

como mostra a Figura 36. A Figura 42 indica onde se localizam o hidrômetro e o INA, assim como a recomendação de uma caixa protetora para o PBS.

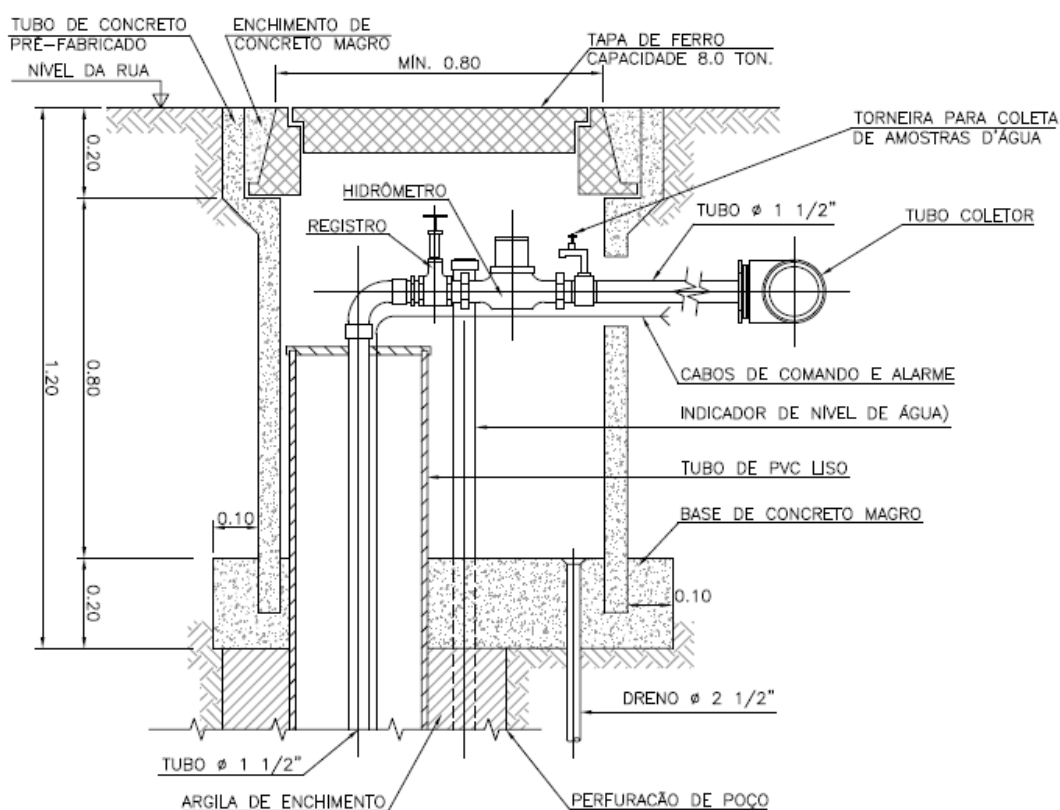


Figura 42 - Detalhe da caixa de proteção do PBS com o hidrômetro e o INA.
Fonte: Consórcio LARGO 13 (2009).

Os piezômetros, por sua vez, foram instalados em menor quantidade e, como já explicado, têm a finalidade de medir a carga piezométrica, indicando a pressão neutra no substrato na sua cota de instalação. No caso do PVSE Delmiro Sampaio, há dois piezômetros localizados diagonalmente ao eixo do poço, e na Estação há onze piezômetros, localizados ao longo do perímetro externo da área formada pelos cinco poços secantes.

Foi feito um levantamento de todas as medidas de campo destas leituras. Aqui apresentam-se as leituras de vazão pelos hidrômetros e de nível d'água pelo INAs, como mostram os gráficos da Figura 43 a Figura 46, obtidos a partir das tabelas apresentadas do APÊNDICE A ao APÊNDICE D.

No ANEXO A, mostram-se os gráficos com a evolução mensal das leituras dos piezômetros, conforme obtido por meio do monitoramento feito na obra. Apresenta-se

também o controle do sistema de rebaixamento por médias semanais das vazões diárias no ANEXO B.

Em ambas as unidades construtivas, os registros de vazão e de leitura do nível d'água iniciaram-se no dia 01 de junho de 2011 e se estenderam até 05 de setembro de 2011 (PVSE) e 31 de agosto de 2011 (Estação Adolfo Pinheiro).

O valor médio, máximo e mínimo determinado para as leituras de vazão no PVSE foram, respectivamente, de 0,042 m³/h, 0,237 m³/h e 0,008 m³/h; para as leituras de INA, o valor médio obtido foi de 35,6 m.

Os valores médio, máximo e mínimo das leituras de vazão na Estação foram de respectivamente 0,391 m³/h, 2,183 m³/h e 0,004 m³/h. O nível d'água médio foi de 23,96 m.

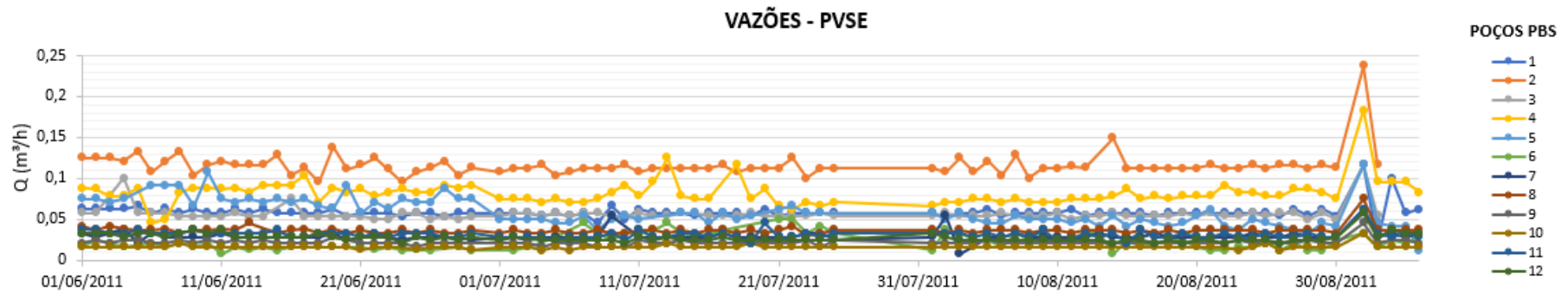


Figura 43 - Leituras de vazão dos poços PBS do PVSE Delmiro Sampaio.
Fonte: Autoras.

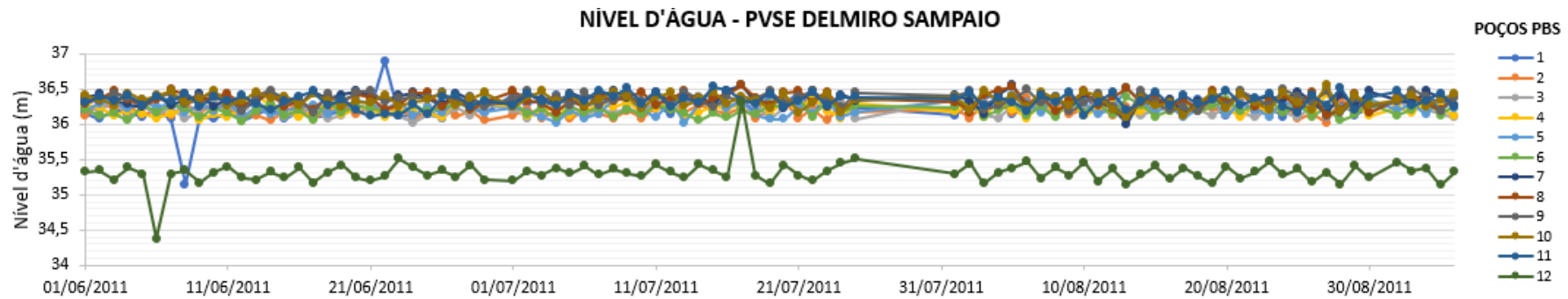


Figura 44- Leituras de nível d'água dos poços PBS do PVSE Delmiro Sampaio.
Fonte: Autoras.

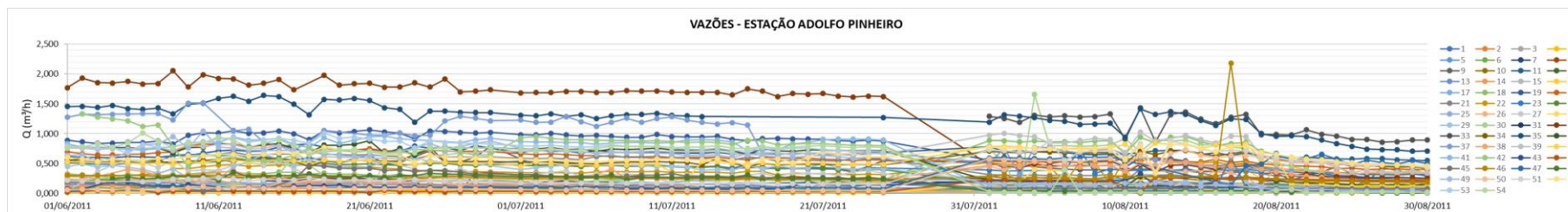


Figura 45 - Leituras de vazão dos poços PBS da Estação Adolfo Pinheiro.
Fonte: Autoras.

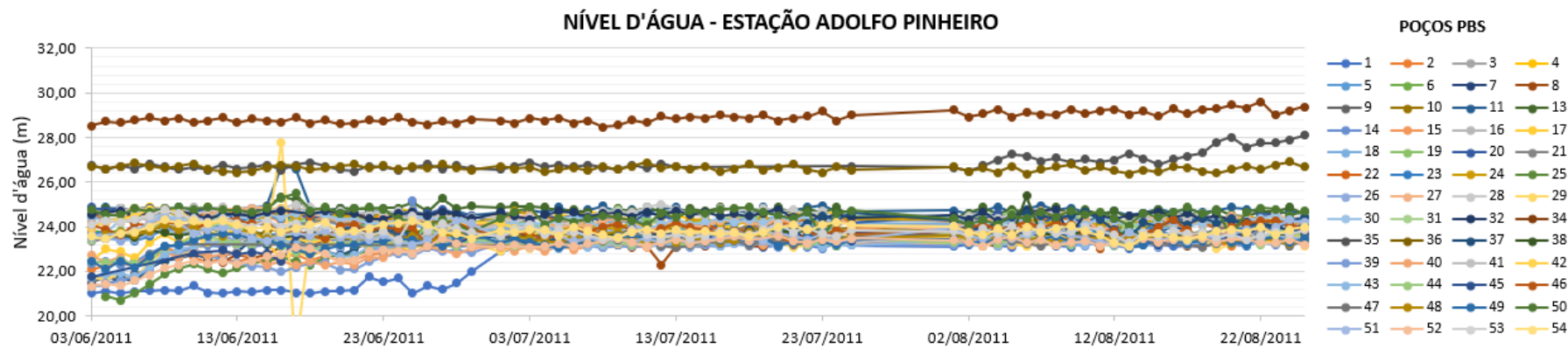


Figura 46 - Leituras de nível d'água dos poços PBS da Estação Adolfo Pinheiro.
Fonte: Autora.

4.4. METODOLOGIA EMPREGADA

Conforme apresentado no início deste capítulo, a metodologia proposta consiste na verificação da aplicação das formulações teóricas para uma melhor previsão do comportamento de campo de um sistema de rebaixamento. Para ambas as unidades construtivas, esta verificação será feita a partir de uma comparação: leituras de vazão em campo “versus” valores de vazão calculados analiticamente.

As leituras de vazão in situ foram apresentadas no item 4.3, e também estão descritas no APÊNDICE A e no APÊNDICE C, destacando os valores desconsiderados devido a observações de campo.

Quanto ao cálculo analítico das vazões, deve-se definir as variáveis do problema a partir dos dados disponíveis a priori de sua instalação em campo, isto é, aqueles provenientes da fase de projeto. Os dados disponíveis referem-se à geometria do problema (área para a qual se rebaixará o lençol freático); ao perfil geológico-geotécnico previsto, para o qual deve-se ter definido as características do aquífero, como coeficiente de permeabilidade (k) e espessura (D) (no caso dos confinados), a posição do nível d'água inicial (H) e a posição da camada impermeável. Sendo esta última importante para se verificar a posição da cota do fundo do poço e definir o comportamento total ou parcialmente penetrante do poço.

A partir destas definições, é possível escolher qual tipo de fonte (circular ou linear) e de geometria equivalente (circular ou linear) a serem adotadas, e utilizar a formulação correspondente, como apresentado nos fluxogramas da Figura 15 e da Figura 16. Assim, por meio desta análise, será possível verificar também qual método de cálculo se aproxima mais das vazões de campo.

Dentre as premissas adotadas, temos:

- Para cada unidade construtiva, o perfil para definição das variáveis será obtido a partir de uma simplificação do perfil geológico fornecido na fase de projeto. Este perfil pode ter distintas interpretações, de modo que se possa definir condições para os casos de aquífero livre ou confinado, e parcial ou totalmente penetrante.
- Como não é possível determinar o correto valor do coeficiente de permeabilidade (k) em que ocorreram as vazões de campo, serão calculadas

vazões analíticas para uma dada faixa de permeabilidade, destacando os valores de k fornecidos na fase de projeto. Para tanto, os resultados destas análises serão apresentados na forma de gráficos de vazão em função da permeabilidade, como será visto no item 5.

- O comprimento do poço e seu trecho filtrante foram fixados de acordo com as características de projeto. Assim, para simular as condições total e parcialmente penetrante, optou-se por posicionar a camada impermeável de acordo com a cota de fundo do poço, como será apresentado para cada caso.
- Em ambas as unidades construtivas, verificou-se a presença de dois níveis d'água. Foi adotado nas formulações o maior nível d'água observado.
- Os valores de h (altura do nível d'água no poço) foram obtidos a partir das leituras médias dos INA de cada poço.
- O valor de H (altura do nível d'água no perfil) foi obtido a partir da diferença expressada na equação (50):

$$H = \text{cota do nível d'água} - \text{cota da camada impermeável} \quad (50)$$

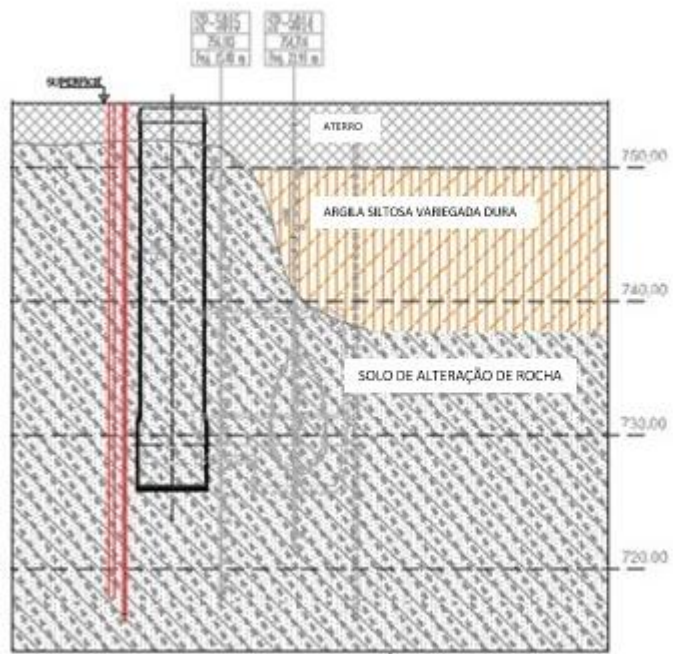
4.4.1. PVSE DELMIRO SAMPAIO

Para o PVSE Delmiro Sampaio (Figura 38), considerou-se o problema como um poço de raio equivalente de 6,5 m e adotou-se a fonte como sendo circular. A geometria de poço equivalente foi assumida considerando que o poço corresponde exatamente ao conceito de arranjo circular, sendo considerado o raio equivalente correspondente ao raio do arranjo projetado e adotado na obra. A escolha da fonte circular baseia-se tanto na geometria, quanto na ausência de fontes lineares próximas, o que leva à consideração do nível d'água adjacente à escavação como fonte do sistema.

As formulações empregadas foram:

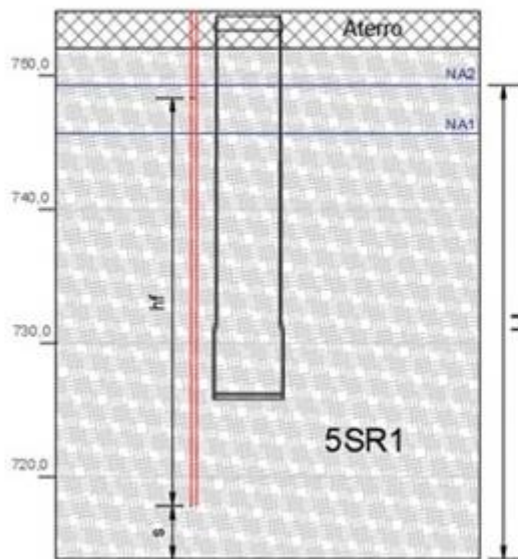
- B.1.1 – arranjo circular, aquífero livre totalmente penetrante;
- B.1.2 - arranjo circular, aquífero livre parcialmente penetrante;
- B.2.1 - arranjo circular, aquífero confinado totalmente penetrante;
- B.2.2 - arranjo circular, aquífero confinado parcialmente penetrante;

Os perfis simplificados propostos para obtenção das variáveis do problema estão apresentados na Figura 47 e na Figura 48.



Perfil – B 1.2

aquífero livre parcialmente penetrante



Perfil – B 1.1

aquífero livre totalmente penetrante

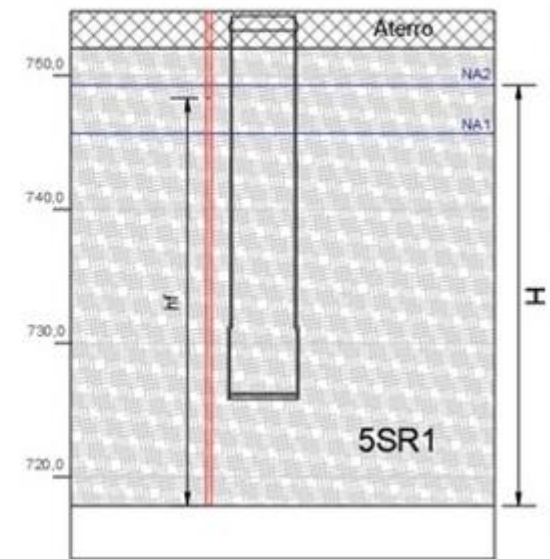


Figura 47 - Perfis simplificados propostos para os casos de aquífero livre total e parcialmente penetrante. PVSE Delmiro Sampaio.
Fonte: Autoras.

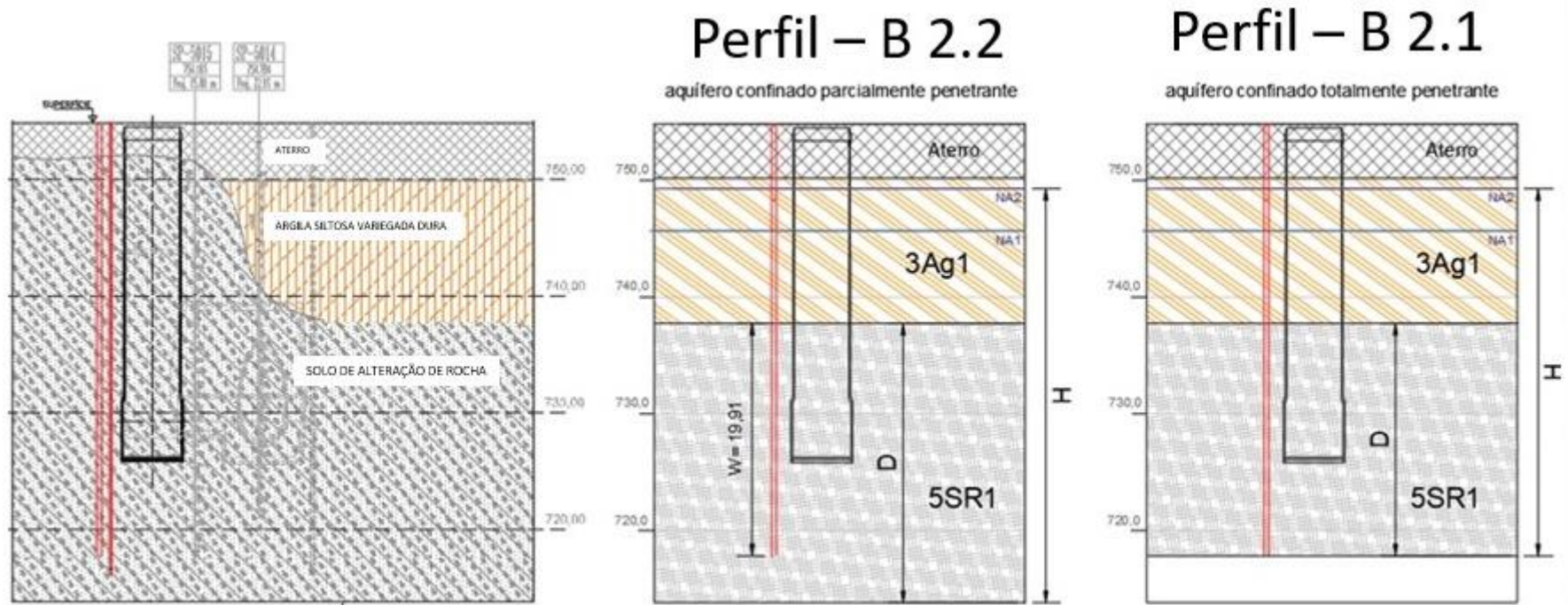


Figura 48 - Perfis simplificados propostos para os casos de aquífero confinado total e parcialmente penetrante. PVSE Delmiro Sampaio.

Fonte: Autoras.

As premissas adotadas para as variáveis no caso do PVSE Delmiro Sampaio, foram:

- Cota do topo do terreno corresponde a maior cota observada no perfil;
- O aquífero livre foi adotado como sendo formado por uma única camada de solo residual de gnaiss (5SR1).
- O aquífero confinado foi considerado como sendo formado pela mesma tipologia residual (5SR1) sendo confinada pela camada de aterro superficial (3AG1).
- Os valores de permeabilidade adotados para o aquífero livre e o confinado, constituídos por solo residual de gnaiss (5SR1), referem-se àqueles fornecidos na fase de projeto ($8,9 \cdot 10^{-8}$ m/s; $1,74 \cdot 10^{-7}$ m/s; $1 \cdot 10^{-6}$ m/s; descritos na Tabela 9).
- Para o comprimento do poço, adotou-se os valores fornecidos em projeto, como mostra a Tabela 11.
- Cota da camada impermeável: nos casos totalmente penetrantes, adotou-se a cota do fundo do poço (716,0 m); nos casos parcialmente penetrantes, adotou-se 4,0 m abaixo da cota de fundo do poço (712,0 m).

As etapas de cálculo de vazão de cada formulação para o caso do PVSE Delmiro Sampaio estão apresentadas no APÊNDICE E.

Tabela 11 – Descrição de projeto das cotas do poço PBS. PVSE Delmiro Sampaio.
Fonte: adaptado de Consórcio LARGO 13 (2009).

POÇO	COTAS (PROJETO) (m)			L total (m)	hf (m)
	Cota de topo	Cota de instalação	Cota de fundo		
PBS-01	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-02	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-03	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-04	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-05	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-06	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-07	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-08	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-09	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-10	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-11	753,63	716,63	716,13	37	30
PBS-12	753,63	716,63	716,13	37	30

4.4.2. ESTAÇÃO ADOLFO PINHEIRO

Para a Estação Adolfo Pinheiro, considerou-se duas situações: uma como poço equivalente de raio 42,68 m e fonte circular; outra como vala equivalente de 145,9 m de comprimento e fonte linear.

O sistema de PBS foi projetado, como apresentado na Figura 37, com uma geometria retangular compreendendo uma área total de aproximadamente 5722 m². Na fase de projeto, a decisão de fonte e arranjo pode ter vindo das duas possibilidades acima citadas. Por exemplo, a fonte circular pode referir-se à ausência de massas de água próximas, além da questão da geometria retangular poder ser interpretada como se o conjunto de poços fosse um único grande poço equivalente. No caso da fonte linear, pode-se interpretar os lados maiores do retângulo com arranjos lineares, o que implica na consideração da fonte como linear. Nessa perspectiva, as múltiplas interpretações podem ser avaliadas a partir de diferentes formulações correspondentes, verificando-se aquelas que mais se aproximam dos resultados de campo.

As formulações empregadas para os dois casos foram:

- B.1.1 – arranjo circular, aquífero livre totalmente penetrante;
- B.1.2 - arranjo circular, aquífero livre parcialmente penetrante;
- B.2.1 - arranjo circular, aquífero confinado totalmente penetrante;
- B.2.2 - arranjo circular, aquífero confinado parcialmente penetrante;
- A.3.1 - arranjo linear, 1 vala equivalente e 2 fontes lineares; aquífero livre totalmente penetrante;
- A.3.2 - arranjo linear, 1 vala equivalente e 2 fontes lineares; aquífero livre parcialmente penetrante;
- A.4.1 - arranjo linear, 1 vala equivalente e 2 fontes lineares; aquífero confinado totalmente penetrante;
- A.4.2 - arranjo linear, 1 vala equivalente e 2 fontes lineares; aquífero confinado parcialmente penetrante;
- A.5 - arranjo linear, 2 valas equivalentes e 2 fontes lineares, aquífero livre parcialmente penetrante;
- A.6 - arranjo linear, 2 valas equivalentes e 2 fontes lineares, aquífero confinado parcialmente penetrante.

As premissas adotadas para as variáveis, no caso da Estação, foram:

- Cota do topo do terreno corresponde a maior cota observada no perfil dos cinco poços secantes;
- O aquífero livre foi adotado como sendo uma única camada formada pelas unidades da Formação São Paulo (3Ag1, 3Ag2, 3AgP1, 3AgP2, 3Ar1,3Ar2). Esta hipótese foi a adotada para o dimensionamento do projeto deste estudo de caso, como mostra o Memorial de Cálculo (Consórcio LARGO 13, 2012).
- O aquífero confinado foi considerado como sendo formado pela camada arenosa 3Ar1, apresentando bolsões de argila 3Ag1, como ocorre predominantemente entre as cotas aproximadas de 730,0 m até 745,0 m.
- Os coeficientes de permeabilidade simulam três situações possíveis. Adotando-se os valores de k fornecidos na fase de projeto, pode-se supor que um destes irá se sobressair dentre os outros, como:
 - $2,10 \cdot 10^{-4}$: referente ao valor máximo obtido dos ensaios com piezômetros (*Tabela 10*);
 - $5,0 \cdot 10^{-4}$: coeficiente de permeabilidade dos solos terciários argilosos 3Ag da Formação São Paulo (*Tabela 9*);
 - Ou $1,0 \cdot 10^{-3}$: coeficiente de permeabilidade dos solos terciários arenosos 3Ar1 da Formação São Paulo (*Tabela 9*).
- Para o comprimento do poço, adotou-se os valores fornecidos em projeto, como mostra a Tabela 12. É importante destacar que o fluxo foi apenas considerado no trecho drenante. Logo, mesmo que no perfil esquemático proposto (Figura 49 e Figura 50), os poços apareçam inseridos na camada impermeável, o fluxo só foi considerado na porção destes poços imersa na camada permeável. A representação foi feita deste modo para que fosse possível considerar a situação totalmente penetrante para todos os poços diante de seus comprimentos variáveis.
- Cota da camada impermeável: nos casos totalmente penetrante, na cota do fundo do menor poço (30,0 m de comprimento) e nos casos parcialmente penetrante, 1,0 m abaixo da cota de fundo do poço mais profundo (37,5 m + 1,0m de profundidade).

Os perfis simplificados propostos para obtenção das variáveis do problema estão apresentados na Figura 49 e na Figura 50. E as etapas de cálculo de vazão de cada formulação para o caso da Estação Adolfo Pinheiro estão apresentadas no APÊNDICE F.

Tabela 12 - Descrição de projeto das cotas do poço PBS. Estação Adolfo Pinheiro.
Fonte: adaptado de Consórcio LARGO 13 (2009).

POÇO	COTAS (PROJETO) (m)			L total (m)	hf (m)
	Cota de topo	Cota de instalação	Cota de fundo		
PBS-01	755,8	725,8	725,3	29,47	23,47
PBS-02	756	726	725,5	29,47	23,47
PBS-03	756	726	725,5	29,47	23,47
PBS-04	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-05	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-06	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-07	755,3	725,3	724,8	29,47	23,47
PBS-08	755	725	724,5	29,47	23,47
PBS-09	755	725	724,5	29,47	23,47
PBS-10	755	721	720,5	33,47	27,47
PBS-11	755	721	720,5	33,47	27,47
PBS-12	755	725	724,5	29,47	23,47
PBS-13	755	721	720,5	33,47	27,47
PBS-14	755	725	724,5	29,47	23,47
PBS-15	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-16	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-17	756,3	726,3	725,8	29,47	23,47
PBS-18	756,3	726,3	725,8	29,47	23,47
PBS-19	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-20	756,3	726,3	725,8	29,47	23,47
PBS-21	756,3	726,3	725,8	29,47	23,47
PBS-22	756	726	725,5	29,47	23,47
PBS-23	755,8	725,8	725,3	29,47	23,47
PBS-24	755,8	725,8	725,3	29,47	23,47
PBS-25	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-26	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-27	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-28	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-29	757,5	727,5	727	29,47	23,47
PBS-30	757,5	727,5	727	29,47	23,47
PBS-31	757,5	727,5	727	29,47	23,47
PBS-32	757	719,5	719	36,97	30,97

POÇO	COTAS (PROJETO) (m)			L total (m)	hf (m)
	Cota de topo	Cota de instalação	Cota de fundo		
PBS-33	757,3	727,3	726,8	29,47	23,47
PBS-34	757	719,5	719	36,97	30,97
PBS-35	757	727	726,5	29,47	23,47
PBS-36	757	727	726,5	29,47	23,47
PBS-37	757	727	726,5	29,47	23,47
PBS-38	757	727	726,5	29,47	23,47
PBS-39	756,8	726,8	726,3	29,47	23,47
PBS-40	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-41	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-42	757,3	727,3	726,8	29,47	23,47
PBS-43	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-44	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-45	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-46	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-47	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-48	755,5	725,5	725	29,47	23,47
PBS-49	756,5	726,5	726	29,47	23,47
PBS-50	756,8	726,8	726,3	29,47	23,47
PBS-51	757	727	726,5	29,47	23,47
PBS-52	756	726	725,5	29,47	23,47
PBS-53	756,3	726,3	725,8	29,47	23,47
PBS-54	756,5	726,5	726	29,47	23,47

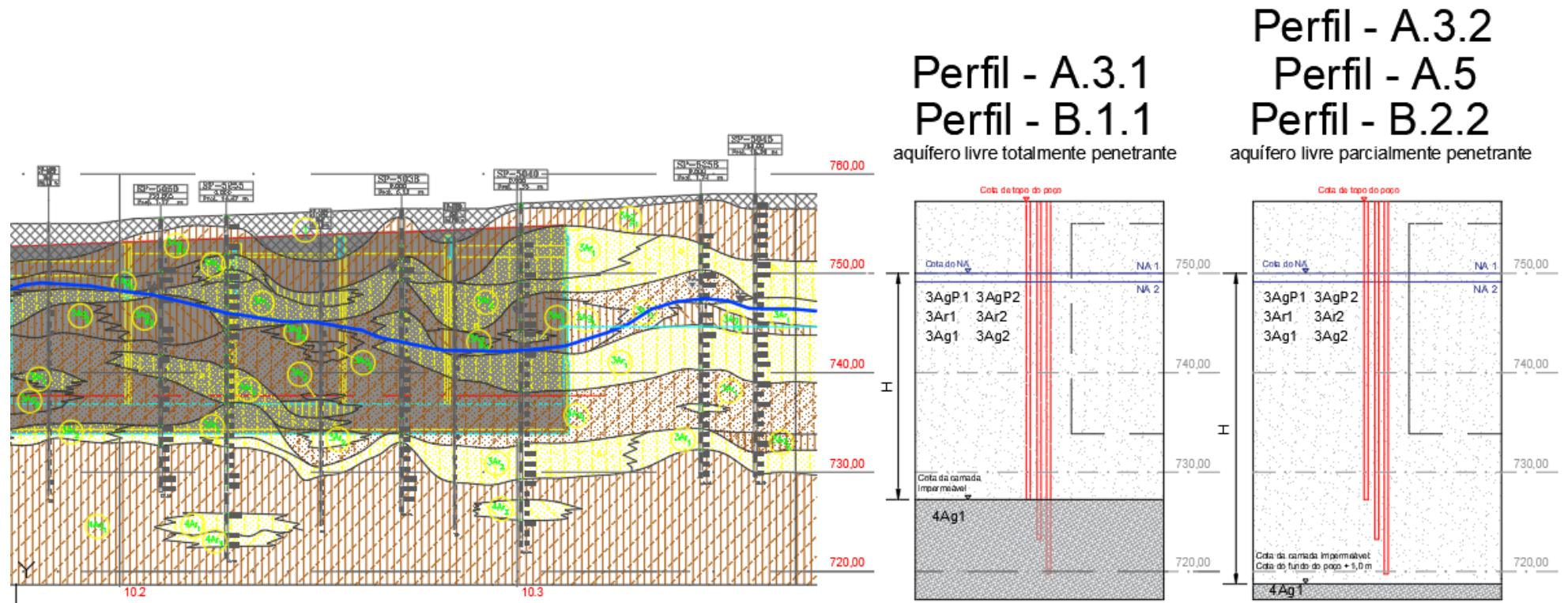
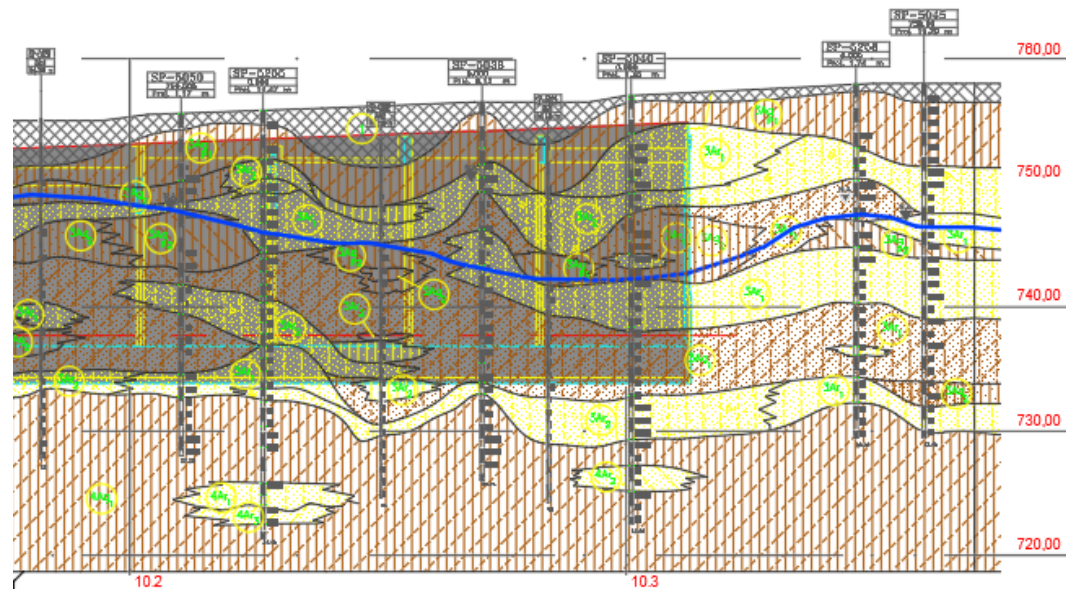
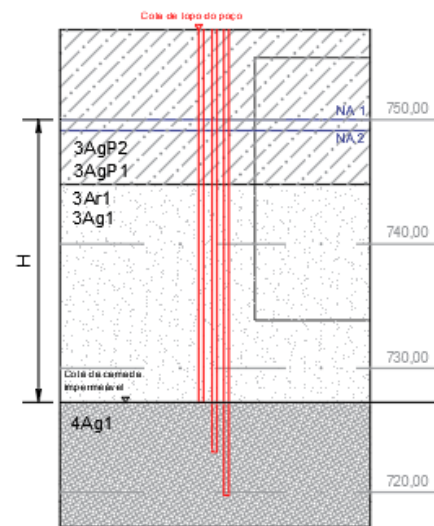


Figura 49 - Perfis simplificados propostos para os casos de aquífero livre total e parcialmente penetrante. Estação Adolfo Pinheiro.
 Fonte: Autoras.



Perfil - B.4.1
 Perfil - B.2.1
 aquífero confinado totalmente penetrante



Perfil - A.4.2
 Perfil - A.6
 Perfil - B.2.2
 aquífero confinado parcialmente penetrante

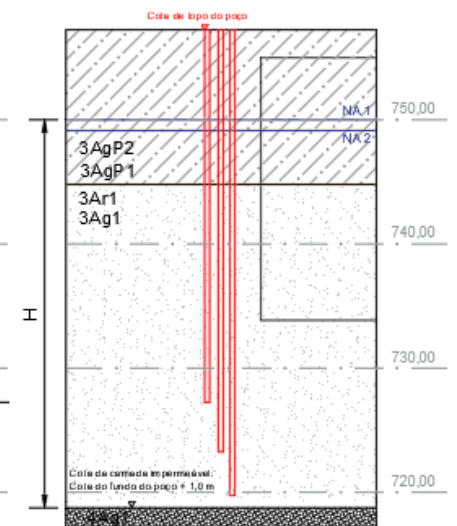


Figura 50 - Perfis simplificados propostos para os casos de aquífero confinado total e parcialmente penetrante. Estação Adolfo Pinheiro.

Fonte: Autoras.

5. RESULTADOS

5.1. PVSE DELMIRO SAMPAIO

Os resultados obtidos no cálculo das vazões a partir das formulações analíticas estão apresentados a seguir. Fixada as variáveis, a Tabela 13 indica as vazões calculadas para uma faixa de permeabilidade arbitrária, enquanto a Tabela 14 indica as vazões resultantes utilizando os coeficientes de permeabilidade fornecidos na fase de projeto.

Pelas tabelas, é possível perceber que há grande variação das vazões, em ordens de grandeza significativas, quando se altera o valor do coeficiente de permeabilidade. Por outro lado, verifica-se baixa variabilidade das vazões quando se comparam os resultados entre as diferentes fórmulas empregadas, para um mesmo coeficiente de permeabilidade.

Tabela 13 - Vazões analíticas para faixa de coeficientes de permeabilidade adotada - PVSE Delmiro Sampaio.

Fonte: Autoras.

FÓRMULAS	B.1.1 - Aquífero livre totalmente penetrante			B.1.2 - Aquífero livre parcialmente penetrante			B.2.1 - Aquífero confinado totalmente penetrante			B.2.2 - Aquífero confinado parcialmente penetrante		
	Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)		
k (m/s)	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín
1,00E-05	2,686	2,700	2,683	3,670	3,671	3,665	3,150	3,162	3,086	5,466	5,486	5,356
1,00E-06	0,383	0,386	0,382	0,523	0,524	0,523	0,449	0,451	0,441	0,779	0,782	0,766
1,00E-07	0,067	0,068	0,066	0,091	0,092	0,091	0,078	0,078	0,077	0,136	0,136	0,134
1,00E-08	0,026	0,028	0,025	0,035	0,037	0,035	0,030	0,116	0,114	0,052	0,055	0,052

Tabela 14 - Vazões analíticas para os coeficientes de permeabilidade fornecidos na fase de projeto - PVSE Delmiro Sampaio.

Fonte: Autoras.

FÓRMULAS	B.1.1 - Aquífero livre totalmente penetrante			B.1.2 - Aquífero livre parcialmente penetrante			B.2.1 - Aquífero confinado totalmente penetrante			B.2.2 - Aquífero confinado parcialmente penetrante		
	Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)		
k (m/s)	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín
1,00E-06	0,383	0,386	0,382	0,523	0,524	0,523	0,449	0,451	0,441	0,779	0,782	0,766
1,74E-07	0,098	0,100	0,098	0,135	0,135	0,134	0,115	0,116	0,114	0,200	0,201	0,198
8,90E-08	0,062	0,063	0,061	0,084	0,085	0,084	0,072	0,072	0,072	0,125	0,126	0,124

No gráfico da Figura 51, é possível observar a variação linear das vazões em função das condutividades hidráulicas e também a comparação destes valores com os valores das leituras, dados pela faixa (Q máximo, Q médio e Q mínimo de campo). Os valores indicados por pontos correspondem às vazões calculadas para as condutividades hidráulicas de projeto.

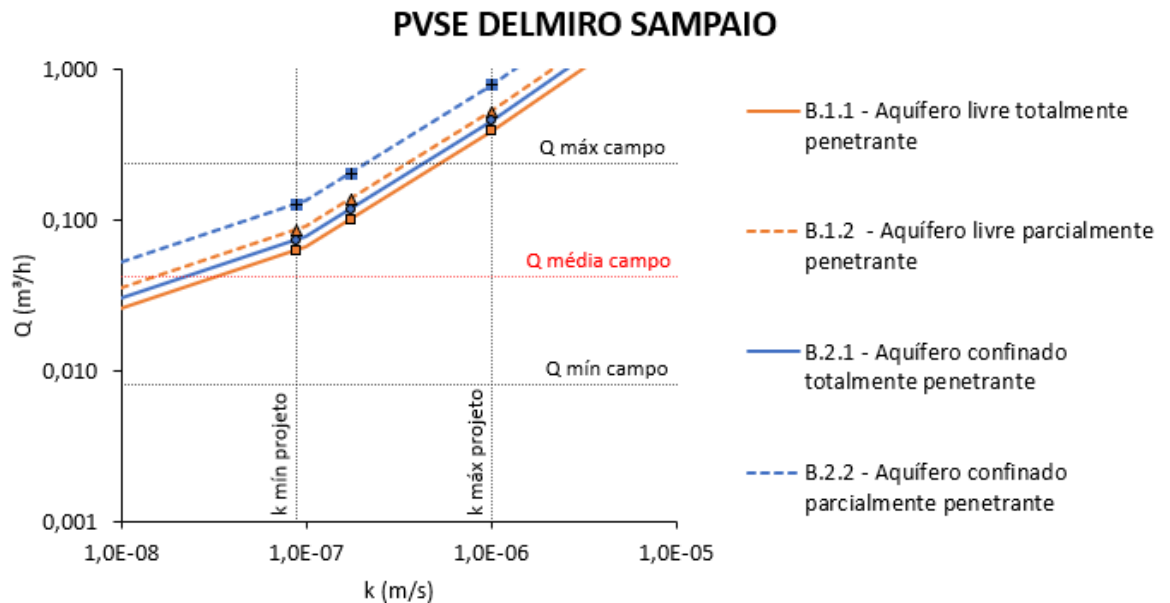


Figura 51 - Variação da vazão em função do coeficiente de permeabilidade - PVSE Delmiro Sampaio.
Fonte: Autoras.

A máxima variação percentual da vazão analítica é de 601%, a qual ocorre quando se aumenta a permeabilidade de 1.10^{-6} a 1.10^{-5} . Entre 1.10^{-7} a 1.10^{-6} a variação é de 474% e entre 1.10^{-8} e 1.10^{-7} de 159%. As vazões de campo variam em uma diferença de até 0,23 m³/h.

Da observação do gráfico e das tabelas, é possível concluir que, no que se refere a condição geométrica, a consideração do poço PVSE com uma geometria circular equivalente gerou vazões calculadas em faixas próximas àquelas verificadas em campo. Tal resultado era esperado, uma vez que a geometria da obra era equivalente a metodologia de poço equivalente.

Neste caso, o método B.1.1 (aquífero livre totalmente penetrante) forneceu valores de vazões mais próximos do valor médio de campo dentro da faixa de

permeabilidade de projeto ($k_{\text{máx}} = 1.10^{-6}$ e $k_{\text{mín}} = 8,9.10^{-8}$), o qual costuma ser um método usualmente empregado na prática

Observa-se ainda que a sensibilidade das formulações quanto ao coeficiente de permeabilidade é alta, uma vez que, a partir de certo valor de coeficiente de permeabilidade do solo, os métodos passam a se distanciar dos valores de vazão medidos em campo. Por exemplo, conforme se aumentam as permeabilidades a partir de $k_{\text{mín}}$, o primeiro método que deixa de resultar em valores adequados para as vazões registradas em campo é o B.2.2 (aquífero confinado parcialmente penetrante), o qual se mostrar o mais sensível ao coeficiente de permeabilidade, neste caso.

Outra observação importante, refere-se ao fato de que as vazões analíticas são maiores para os casos dos aquíferos confinados, o que pode reiterar o seu artesianismo; e também para os casos parcialmente penetrantes, já que neste caso, há entrada de água na lateral e na base do poço de bombeamento.

É de se destacar ainda que, conforme observado nas tabelas, há pouca variação das vazões calculada de um método para outro. Porém quando se observa o gráfico, percebe-se que, para o caso B.2.2, as vazões parecem se distanciar mais, justamente por combinar os casos de artesianismo e poço parcialmente penetrante.

5.2. ESTAÇÃO ADOLFO PINHEIRO

Os resultados obtidos no cálculo das vazões a partir das formulações analíticas estão apresentados a seguir. Fixada as variáveis, as tabelas a seguir indicam dois tipos de resultado: um para as vazões calculadas para uma faixa de permeabilidade arbitrária e outro referente às vazões utilizando as condutividades hidráulicas fornecidas na fase de projeto. A Tabela 15 indica os resultados quando se considera uma vala equivalente, enquanto a Tabela 16 mostra os resultados para um poço equivalente.

Conforme visto no item anterior, pelas tabelas abaixo, observa-se novamente que há grande variação das vazões, em ordens de grandeza significativas, quando se altera o valor do coeficiente de permeabilidade. Neste caso, de um método para outro, também há pouca diferença entre as vazões para um dado coeficiente de permeabilidade, quando se trata do mesmo tipo de fonte (circular ou linear). Entretanto, observa-se diferença expressiva entre os valores fonte circular “versus” fonte linear, sendo os primeiros muito superiores.

No gráfico da Figura 52, analogamente ao item anterior, apresenta-se a variação linear das vazões em função das condutividades hidráulicas e também faixa de vazões registradas em campo (Q máximo, Q médio e Q mínimo de campo). Os valores indicados por pontos correspondem às vazões teóricas calculadas para as condutividades hidráulicas de projeto.

No caso da vala equivalente, a máxima variação percentual da vazão analítica é de 216%, a qual ocorre para todos os acréscimos de variação do coeficiente de permeabilidade. Para o poço equivalente, a máxima variação percentual da vazão analítica é de 663%, a qual ocorre quando se aumenta a permeabilidade de 1.10^{-3} a 1.10^{-2} . Entre 1.10^{-4} a 1.10^{-3} a variação é de 589% e entre 1.10^{-5} e 1.10^{-4} de 448%. As vazões de campo variam em uma diferença de até 2,18 m³/h.

Da observação do gráfico e das tabelas, é possível concluir que, de maneira geral, as vazões obtidas analiticamente, com as formulações descritas ao longo desse trabalho, são muito superiores às vazões registradas em campo. Isso ocorre possivelmente devido às expressões terem sido calculadas para coeficientes de permeabilidade de grande ordem de grandeza (entre 10^{-5} e 10^{-2}): quanto maior a ordem de grandeza do coeficiente de permeabilidade, maior e mais sensível é o aumento da vazão.

Percebe-se também que os elevados valores do coeficiente de permeabilidade fornecidos a priori da execução do sistema ($2,10.10^{-4}$; 5.10^{-4} e 1.10^{-3}) podem ter levado a um dimensionamento a favor da segurança, porém pouco eficiente, já que as vazões de campo se verificaram bem reduzidas.

Essa conclusão é expressivamente notada no caso da adoção da fonte como circular. Caso no qual há outro fator agravante específico, referente à consideração da geometria dos poços secantes da Estação Adolfo Pinheiro como um único grande poço equivalente. Esta premissa pode resultar em valores de vazão muito discrepantes quando comparado às vazões calculadas pelas formulações de vala equivalente e àquelas obtidas em campo, mostrando que a condição geométrica da obra se assemelha mais a uma condição de vala que a de poço. De fato, usando uma analogia com fundações, têm-se uma relação L/B muito próxima a 5, que de acordo com

Terzaghi (apud CINTRA et al., 2003), já caracteriza uma condição equivalente de estado plano, de maneira semelhante a uma sapata corrida.

Ainda, o método A.4.2 (1 vala equivalente, 2 fontes lineares, aquífero confinado, parcialmente penetrante) forneceu valores de vazões mais próximos do valor médio de campo dentro da faixa de coeficientes de permeabilidade de projeto ($k_{\text{máx}} = 1.10^{-3}$ e $k_{\text{mín}} = 2,1.10^{-4}$). Esta ocorrência pode reiterar o fato da geometria do sistema se assemelhar mais a de uma vala equivalente, já que o arranjo linear da maior extensão do retângulo equivalente se repete ao longo de todo um eixo teórico conectando os cinco poços secantes, e mostrando-se melhor que a consideração de duas valas equivalentes, que representaria uma conexão apenas dos quadrantes dos poços presentes nos lados maiores do retângulo equivalente. Além do que, a existência de duas fontes lineares pode ser entendida como o próprio nível d'água do aquífero a ser rebaixado, sendo sua presença em cada lado da escavação entendida como uma fonte linear.

Outra observação importante refere-se à estratigrafia do problema – camadas intercaladas de areia e argila - se assemelhar, na prática, mais a um caso de aquífero confinado do que um único e espesso aquífero livre.

Nessa perspectiva, outra justificativa para os altos valores de vazão, refere-se às simplificações adotadas para o perfil geológico, como a premissa do aquífero livre como uma única espessa camada com várias litologias (3Ag1, 3Ag2, 3AgP1, 3AgP2, 3Ar1,3Ar2).

Tabela 15 - Vazões analíticas para faixa de permeabilidade. Vala equivalente. Estação Adolfo Pinheiro.

Fonte: Autoras.

FÓRMULAS	A.3.1			A.3.2			A.4.1			A.4.2			A.5			A.6		
	Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)		
k (m/s)	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín
1,00E-02	11,13	11,99	9,40	16,52	16,94	15,59	14,42	14,42	14,42	10,96	10,96	10,95	16,52	16,94	15,59	21,92	21,92	21,91
1,00E-03	3,52	3,79	2,97	5,22	5,36	4,93	4,56	4,56	4,56	3,46	3,47	3,46	5,22	5,36	4,93	6,93	6,93	6,93
1,00E-04	1,11	1,20	0,94	1,65	1,69	1,56	1,44	1,44	1,44	1,09	1,10	1,09	1,65	1,69	1,56	2,19	2,19	2,19
1,00E-05	0,35	1,74	1,36	0,52	2,45	2,26	0,46	2,09	2,09	0,34	1,59	1,58	0,52	2,45	2,26	0,69	3,18	3,17
coeficiente de permeabilidade k (m/s) da fase de projeto																		
2,10E-04	1,61	1,74	1,36	2,39	2,45	2,26	2,09	2,09	2,09	1,58	1,59	1,58	2,39	2,45	2,26	3,17	3,18	3,17
5,00E-04	2,49	2,68	2,10	3,69	3,79	3,49	3,22	3,22	3,22	2,45	2,45	2,44	3,69	3,79	3,49	4,90	4,90	4,90
1,00E-03	3,52	3,79	2,97	5,22	5,36	4,93	4,56	4,56	4,56	3,46	3,47	3,46	5,22	5,36	4,93	6,93	6,93	6,93

Tabela 16- Vazões analíticas para faixa de permeabilidade. Poço equivalente. Estação Adolfo Pinheiro.

Fonte: Autoras.

FÓRMULAS	B.1.1			B.1.2			B.2.1			B.2.2		
	Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)			Q (m ³ /h)		
k (m/s)	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín	médio	máx	mín
1,00E-02	270,19	272,21	265,44	452,76	484,29	431,51	350,94	413,17	319,23	1533,68	1868,24	700,65
1,00E-03	35,42	35,54	34,87	59,35	62,69	57,01	46,00	53,48	42,17	201,11	243,14	91,94
1,00E-04	5,14	5,17	4,94	8,61	8,89	8,40	6,67	7,58	6,21	29,20	34,81	13,37
1,00E-05	0,94	9,45	9,15	1,57	16,45	15,30	1,22	14,03	11,32	5,33	64,17	24,49
coeficiente de permeabilidade k (m/s) da fase de projeto												
2,10E-04	9,42	9,45	9,15	15,79	16,45	15,30	12,24	14,03	11,32	53,53	64,17	24,49
5,00E-04	19,54	19,59	19,13	32,74	34,39	31,55	25,37	29,34	23,34	110,95	133,71	50,73
1,00E-03	39,08	39,17	38,26	65,48	68,79	63,11	50,74	58,69	46,68	221,90	267,41	101,47

ESTAÇÃO ADOLFO PINHEIRO

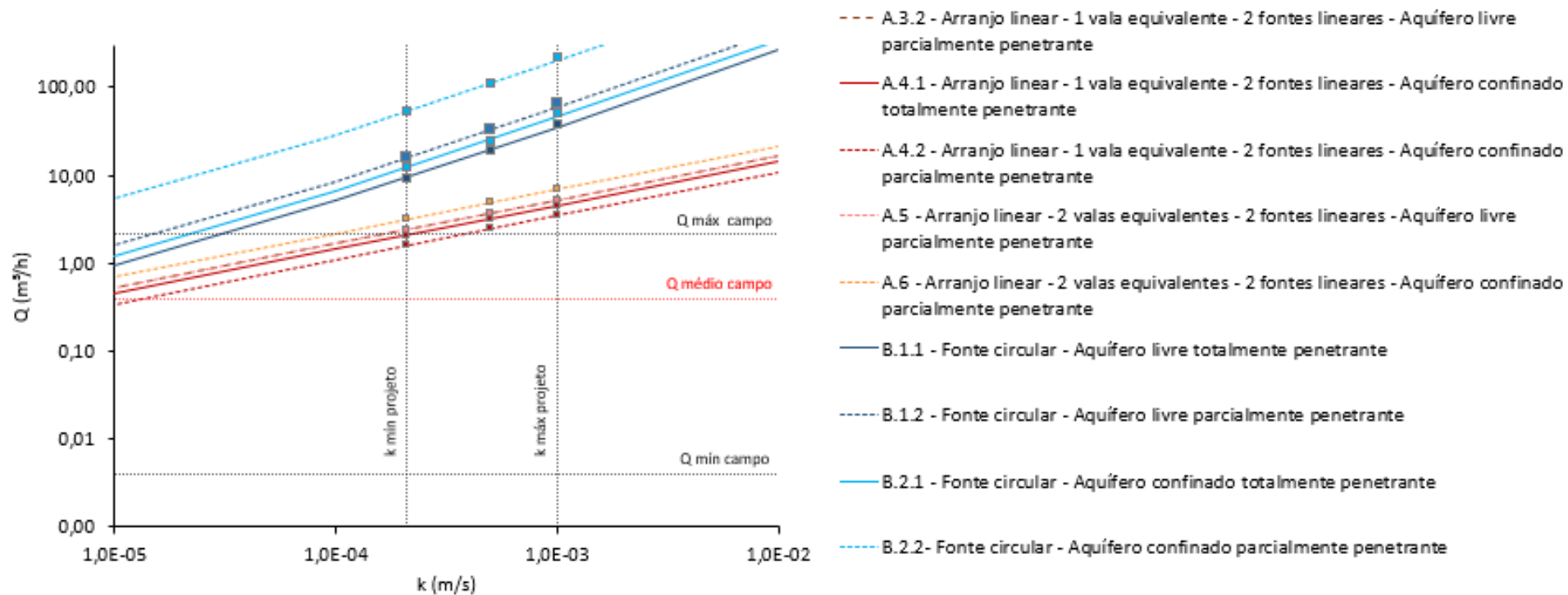


Figura 52 - Variação da vazão em função do coeficiente de permeabilidade. Estação Adolfo Pinheiro.
Fonte: Autoras.

6. CONCLUSÕES

O trabalho teve como escopo o estudo de conceitos e práticas acerca do cálculo de vazões voltado a projetos de rebaixamento temporário de aquíferos a fim de permitir sua aplicação em casos de obra fomentando análises e discussões dos conceitos, metodologias e variáveis que regem o problema.

A partir da revisão bibliográfica da literatura técnica e do diálogo com profissionais da área, foi possível estabelecer uma aproximação do atual estado da arte do tema, consolidando informações dos tipos de aquíferos, matematização básica do movimento da água no subsolo, formulações para cálculo de vazões, recomendações de projeto, compreensão das variáveis hidrogeológicas que influenciam o rebaixamento (T , k e S) e os ensaios para obtenção destes parâmetros. A principal dificuldade encontrada durante esta etapa referiu-se à definição objetiva das variáveis a serem assumidas pelo projetista e daquelas a serem determinadas, empírica ou experimentalmente por ensaios - seja em campo ou em laboratório.

Além disso, na literatura técnica, as orientações de projeto apresentam grande variação entre os autores, seja na forma de elucidar as formulações, as variáveis e as recomendações de projeto, seja na adoção do arranjo geométrico do sistema e dos coeficientes de segurança, o que reforça o significativo empirismo deste tipo de projeto e resulta em dificuldades para profissionais da área na escolha de um caminho a seguir. Entre os aspectos não abordados neste trabalho e de especial atenção referem-se à avaliação do efeito do rebaixamento no desenvolvimento de recalques em estruturas vizinhas, como ocorrem usualmente em obras urbanas, análogas ao estudo de caso apresentado, e ao aumento das tensões efetivas do solo causadas pela retirada de água.

O estado da arte foi aplicado em estudos de caso com diferentes condições geométricas e de subsolo de forma a permitir uma verificação mais detalhada das condições de aplicabilidade das metodologias, considerações e variáveis envolvidas. Para tal, foram empregados os projetos de rebaixamento das unidades construtivas - Poço de Ventilação e Emergência (PVSE) Delmiro Sampaio e Estação Adolfo Pinheiro – da obra da Linha 5 Lilás do Metrô de São Paulo, onde foram comparadas as vazões calculadas analiticamente com aquelas registradas em campo durante o monitoramento. A partir destes dados, de outras informações de projeto e de

premissas definidas para as variáveis, realizou-se as análises para cada caso. As principais conclusões obtidas foram:

- Os resultados de vazão calculados por diferentes fórmulas, definidas para distintas condições de contorno, mostram-se muito próximos uns dos outros. Isso ocorre mesmo quando se variam as premissas para as variáveis, como aquífero livre e aquífero confinado, ou poço total e parcialmente penetrante.
- As vazões apresentam alta sensibilidade quanto ao coeficiente de permeabilidade, variando em ordens de grandeza significativamente superior quando comparada à escolha das condições de contorno de arranjo e fonte. Esse fato mostrou que maior importância deve ser dada no esforço de obtenção desse parâmetro, por exemplo com ensaios de campo.
- Em geral, percebeu-se que as formulações analíticas resultam em valores de vazão superiores aos valores de vazão verificados em campo, o que pode garantir certa confiabilidade do sistema, apesar da pouca eficiência e do custo elevado de sistemas superdimensionados. Isso pode ocorrer devido à coeficientes de majoração adotados na fase de projeto ou mesmo em considerações que majoram em muito as vazões, como a consideração de altos coeficiente de permeabilidade ou espessos aquíferos livres (Estação Adolfo Pinheiro).
- Observa-se que o objetivo de se verificar a metodologia “passo a passo”, proposta por este trabalho, auxiliou beneficemente na tomada de decisão das variáveis durante a elaboração do memorial de cálculo das vazões analíticas, sendo recomendado que, no uso de um conceito tão disperso como o de rebaixamento temporário de aquíferos, há a necessidade de imersão do profissional no tema para melhor desempenho do dimensionamento realizado.

Outro aspecto importante é que o monitoramento se mostrou fundamental para validação do projeto e para a retroanálise dos parâmetros, como opção para avaliações de sensibilidade e economia nos sistemas de rebaixamento em ambientes semelhantes.

Por fim e como recomendação, vale destacar que, apesar do caráter empírico usualmente verificado durante a implantação do rebaixamento em canteiros de obra, pode-se montar ábacos como os apresentados para balizar os possíveis cenários

quanto à variação da vazão, situação muito comum e, como visto aqui, sensivelmente determinada pela variação do coeficiente de permeabilidade. Esta ferramenta pode auxiliar na previsão de uma mitigação, em termos de custos e planejamento, no caso de o sistema se mostrar super ou subdimensionado em campo.

REFERÊNCIAS

ALLEY, W. M.; REILLY, T. E.; FRANKE, O. L. **Sustainability of ground-water resources**. US Department of the Interior, US Geological Survey, 1999.

ALONSO, U. R. **Perda de eficiência de rebaixamento profundo de nível freático devido à contaminação dos filtros e das bombas submersas por ferro-bactérias**. SEFE VII, p. 62. São Paulo, 2012.

ALONSO, U. R. **Rebaixamento temporário de aquíferos**. Oficina de Textos. São Paulo, 2007.

ALONSO, U. R. **Rebaixamento temporário de aquíferos**. 2ª edição. Oficina de Textos, 2018.

CASHMAN, P. M.; PREENE, M. **Groundwater lowering in Construction**. Florida: CRC Press, 2013. 2 ed.

CINTRA, J.C.A.; AOKI, N.; ALBIERO, J.H. **Tensão admissível em fundações diretas**. Ed. Rima, São Carlos – SP, 134 p., 2003.

Consórcio LARGO 13. **DE-5-180100-6I2-001 – Projeto Executivo de FUNDAÇÕES E DRENAGEM – Sistema de Controle de Nível D'água – Estação Adolfo Pinheiro – Planta, Perfil e Detalhes** – Trecho 18-Largo 13/Adolfo Pinheiro, 2009.

Consórcio LARGO 13. **DE-5-180201-6I2-001 – Projeto Executivo de FUNDAÇÕES E DRENAGEM – Sistema de Controle de Nível D'água – Túnel de Via – Planta, Perfil e Detalhes** – Trecho 18-Largo 13/Adolfo Pinheiro, 2009.

Consórcio LARGO 13. **DE-5-180274-6I2-001 – Projeto Executivo de FUNDAÇÕES E DRENAGEM – Sistema de Controle de Nível D'água – Poço e Túnel PVSE Delmiro Sampaio – Planta, Perfil e Detalhes** – Trecho 18-Largo 13/Adolfo Pinheiro, 2009.

Consórcio LARGO 13. **MC-5.18.01.00/6I2-001 – Memorial De Cálculo - Sistema De Controle Do Nível D'água - Corpo Da Estação** – Trecho 18-Largo 13/Adolfo Pinheiro, 2012.

Consórcio LARGO 13. **RT-5.18.00.00/6C3-002 – Relatório Geológico-Geotécnico** – Trecho 18-Largo 13/Adolfo Pinheiro, 2011.

COOPER JR, H. H. **The equation of groundwater flow in fixed and deforming coordinates**. Journal of Geophysical Research, v. 71, n. 20, p. 4785-4790, 1966.

COOPER JR, H. H.; JACOB, C. E. **A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well-field history**. Eos, Transactions American Geophysical Union, v. 27, n. 4, p. 526-534, 1946.

DOMENICO, P. A. **Concepts and models in groundwater hydrology**. 1972.

INSTITUTO DE ÁGUAS DO PARANÁ. **O que é um aquífero?** Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=63>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

FETTER, C. W. **Applied Hydrogeology**. New Jersey: Prentice Hall, 2001.4 ed. p. 691.

FITTS, C. R. **Groundwater science**. San Diego: Academic Press, 2002.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. **Groundwater**. New Jersey: Prentice-Hall, 1979.

GEOSAMPA – PREFEITURA DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>. Acesso em: 04 nov. 2019.

GOMEZ, J. **Ecuación del flujo de agua subterránea**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Meio Ambiente) - Universidade Politécnica de Valencia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Meio Ambiente, Valencia, 2017.

HAZEN, A. Discussion: Dams on sand foundations. **Transactions, American Society of Civil Engineers**, v. 73, n. 11, 1911.

HEINEN, Clarissa; BRINCKMANN, Wanderléia Elizabeth; BRINCKMANN, Carlos André. Aquífero Guarani. **Boletim Informativo do Núcleo de Recursos Hídricos da UNISC**. Santa Cruz do Sul: v. 4, n. 2, fev. 2001. Disponível em: <http://www.unisc.br/centros_nucleos/nrh/nrh.htm>. Acesso em: 10 jun. 2019.

IGLESIAS, A.; VILLANUEVA, M. **Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo**. Madrid: IGME, 1984.

JACOB, C. E. **On the flow of water in an elastic artesian aquifer**. Eos, Transactions American Geophysical Union, v. 21, n. 2, p. 574-586, 1940.

JACOB, C. E. **Radial flow in a leaky artesian aquifer**. Eos, Transactions American Geophysical Union, v. 27, n. 2, p. 198-208, 1946.

JUNIOR, L. A. N. **Instrumentação Geotécnica**. Geotecnia e Fundação - LAN. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/geotecniaefundacaolan/166-piez>>. Acesso em: 31 out. 2019.

KOZENY, J. **Theorie und Berechnung der Brunnen**. Wasserkraft und Wasserwirtschaft, v. 28, p. 88-92, 1933.

KRUSEMAN, G.P.; RIDDER, N.A. **Analysis and Evaluation of Pumping Test Data**. 2nd edition. ILRI Publication No. 47. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, Netherlands, 1991.

MANSUR, C. I.; KAUFMAN, R. I. Dewatering. In: LEONARDS, G. A. **Foundation Engineering**. New York: McGraw-Hill, 1962. p. 241-350.

MARANGON, M. **Mecânica dos Solos II**. Faculdade de Engenharia-NuGeo/Núcleo de Geotecnia. Documentos de apoio à disciplina Mecânica dos Solos. Universidade Federal de Juiz de Fora-Faculdade de Engenharia, Departamento de Transportes, 2005.

MUNSON, B.R.; YOUNG, D.F.; OKIISHI, T.H. **Fundamentos da Mecânica dos Fluidos**. Tradução da 4ª edição americana. Editora Edgard Blucher, 572p, 2008.

NETTO, A.; FERNÁNDEZ, M. F. **Manual de hidráulica**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

PINHEIRO, R. J. B.; SOARES, J. M. D.; TAVARES, I. S. **NOTAS DE AULA MECÂNICA DOS SOLOS**. Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Transporte, 2006.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A. **Hidrologia básica**. Edgard Blucher, 1976.

POWERS, J. P. **Construction dewatering and groundwater control: new methods and applications**. John Wiley & Sons, 2007.

PREENE, M.; ROBERTS, T. O. L.; POWRIE, W. **Groundwater control: design and practice**. London: Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), 2016.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA JUNIOR, B. P. F.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 2002. 2. ed.

SÁNCHEZ-SAN ROMÁN, Francisco Javier. Universidad de Salamanca. **Conceptos fundamentales de hidrogeología**. 2017.

SOMERVILLE, S. H.; LARGE, D. S. **Control of groundwater for temporary works**. London: Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), 1986.

TANG, Y.; YAN, J.; YANG, P.; ZHOU, J.; ZHOU, N. **Groundwater engineering**. Shanghai: Springer Natural Hazards, 2017.

THEIS, C. V. **The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage**. Eos, Transactions American Geophysical Union, v. 16, n. 2, p. 519-524, 1935.

THIEM, G. Hydrologic methods. **Gebhardt, JM Leipzig, Germany**, 1906.

TODD, D. K. **Hidrologia de águas subterrâneas**. Rio de Janeiro: Programa de Publicações Didáticas/ USAID, 1967.

TOLMAN, C. F. **Groundwater**. New York: McGraw-Hill, 1937.

USACE. **Dewatering and groundwater control**. Unified Facilities Criteria, 1989.

VELLOSO, P. P. C. **Teoria e prática de rebaixamento do lençol d'água**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988.

YOUNGER, P. L. **Groundwater in the environment: an introduction**. London: John Wiley & Sons, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Leitura de vazões do PVSE Delmiro Sampaio

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Observação:	
Prof. (m)	38,38	38,43	38,36	38,3	38,3	38,54	38,41	38,44	38,44	38,44	38,47	38,57	35	35	35	34	34		
Data	Vazão (m³/h) - Início da operação dia 10/07/10 - 24 horas/dia																		
01-06-11	0,063	0,125	0,058	0,088	0,075	0,017	0,033	0,042	0,021	0,017	0,038	0,033	0,025	0,025					0,033
02-06-11	0,063	0,125	0,058	0,087	0,075	0,025	0,029	0,037	0,025	0,017	0,037	0,033	0,025	0,025				0,029	
03-06-11	0,063	0,125	0,017	0,079	0,071	0,021	0,033	0,042	0,021	0,017	0,033	0,033	0,025	0,025				0,033	
04-06-11	0,063	0,121	0,1	0,079	0,075	0,017	0,038	0,038	0,025	0,017	0,033	0,029	0,025	0,029				0,029	
05-06-11	0,067	0,133	0,058	0,088	0,083	0,008	0,021	0,037	0,025	0,017	0,037	0,033	0,025	0,025				0,025	
06-06-11	0,058	0,108	0,058	0,046	0,092	0,021	0,033	0,037	0,021	0,017	0,033	0,033	0,025	0,029				0,025	
07-06-11	0,063	0,121	0,058	0,05	0,092	0,017	0,029	0,038	0,021	0,017	0,033	0,029	0,025	0,021				0,029	
08-06-11	0,058	0,133	0,054	0,083	0,092	0,021	0,029	0,033	0,025	0,021	0,033	0,033	0,025	0,025				0,067	
09-06-11	0,063	0,104	0,054	0,088	0,067	0,017	0,029	0,037	0,021	0,017	0,037	0,037	0,025	0,025				0,079	
10-06-11	0,058	0,117	0,054	0,088	0,108	0,021	0,029	0,037	0,025	0,017	0,033	0,033	0,025	0,021				0,054	
11-06-11	0,058	0,121	0,054	0,087	0,075	0,008	0,033	0,038	0,021	0,017	0,033	0,037	0,025	0,017				0,025	
12-06-11	0,063	0,117	0,058	0,088	0,071	0,017	0,029	0,037	0,025	0,017	0,033	0,029	0,025	0,025				0,017	
13-06-11	0,058	0,117	0,054	0,083	0,075	0,013	0,029	0,046	0,021	0,017	0,033	0,029	0,025	0,021				0,033	
14-06-11	0,063	0,117	0,054	0,092	0,071	0,017	0,029	0,029	0,025	0,017	0,033	0,029	0,025	0,025				0,033	
15-06-11	0,058	0,129	0,033	0,092	0,075	0,012	0,029	0,033	0,021	0,017	0,037	0,029	0,025	0,021				0,029	
16-06-11	0,058	0,104	0,075	0,092	0,071	0,017	0,029	0,037	0,021	0,017	0,029	0,029	0,025	0,021				0,025	
17-06-11	0,058	0,113	0,054	0,104	0,075	0,017	0,029	0,038	0,021	0,017	0,029	0,029	0,025	0,004				0,025	
18-06-11	0,058	0,096	0,054	0,071	0,067	0,008	0,029	0,033	0,021	0,017	0,033	0,033	0,025	0,033				0,025	
19-06-11	0,063	0,138	0,054	0,088	0,063	0,017	0,033	0,038	0,029	0,017	0,033	0,029	0,025	0,021				0,029	
20-06-11	0,054	0,112	0,054	0,083	0,092	0,008	0,025	0,033	0,013	0,017	0,033	0,025	0,025	0,021				0,025	
21-06-11	0,058	0,117	0,054	0,087	0,058	0,017	0,029	0,037	0,021	0,013	0,029	0,029	0,025	0,017				0,029	
22-06-11	0,058	0,125	0,05	0,079	0,071	0,013	0,033	0,033	0,021	0,017	0,033	0,029	0,025	0,021				0,033	
23-06-11	0,058	0,112	0,05	0,083	0,063	0,017	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,029	0,025	0,021				0,029	
24-06-11	0,054	0,096	0,058	0,087	0,075	0,012	0,025	0,037	0,021	0,017	0,033	0,021	0,025	0,017				0,013	
25-06-11	0,058	0,108	0,058	0,083	0,071	0,013	0,029	0,033	0,017	0,013	0,033	0,029	0,025	0,017				0,029	
26-06-11	0,058	0,113	0,05	0,083	0,071	0,012	0,029	0,037	0,021	0,017	0,033	0,025	0,025	0,021				0,025	
27-06-11	0,054	0,121	0,054	0,092	0,088	0,008	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,029	0,025	0,021				0,096	
28-06-11	0,058	0,104	0,05	0,088	0,075	0,017	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,021				0,029	
29-06-11	0,058	0,113	0,054	0,092	0,075	0,012	0,025	0,037	0,008	0,013	0,033	0,029	0,025	0,017				0,025	
30-06-11																			

Em 03/06 - PBS 03 em observação
 Em 05/06 - PBSs 05 e 06 em observação
 Em 06/06 - PBS 04 em observação
 Em 08/06 - PBS 17 em observação
 Em 09/06 - PBS 05 em observação
 Em 11/06 - PBS 06 em observação
 Em 12/06 - PBS 17 em observação
 Em 14/06 - PBS 08 em observação
 Em 15/06 - PBS 03 em observação
 Em 17/06 - PBS 14 em observação
 Em 18/06 - PBS 06 em observação
 Em 20/06 - PBSs 06 e 09 em observação
 Em 24/06 - PBSs 17 em observação
 Em 27/06 - PBSs 06 e 17 em observação
 Em 29/06 - PBS 09 em observação

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Observação:	
Prof. (m)	38,38	38,43	38,36	38,3	38,3	38,54	38,41	38,44	38,44	38,44	38,47	38,57	35	35	35	34	34		
Data	Vazão (m³/h) - Início da operação dia 10/07/10 - 24 horas/dia																		
01-07-11	0,058	0,108	0,054	0,075	0,050	0,008	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,021				0,025	
02-07-11	0,058	0,113	0,058	0,075	0,050	0,012	0,029	0,037	0,021	0,017	0,029	0,029	0,025	0,004				0,025	
03-07-11	0,058	0,113	0,058	0,075	0,050	0,017	0,025	0,033	0,021	0,017	0,029	0,012	0,025	0,029				0,025	
04-07-11	0,054	0,117	0,054	0,071	0,050	0,008	0,029	0,033	0,017	0,012	0,029	0,025	0,025	0,021				0,029	
05-07-11	0,058	0,104	0,058	0,075	0,046	0,029	0,029	0,037	0,021	0,017	0,025	0,025	0,025	0,021				0,025	
06-07-11	0,054	0,108	0,054	0,071	0,046	0,029	0,029	0,033	0,021	0,013	0,029	0,025	0,025	0,012				0,025	
07-07-11	0,058	0,112	0,058	0,071	0,054	0,046	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,021				0,025	
08-07-11	0,046	0,113	0,058	0,075	0,037	0,033	0,029	0,037	0,017	0,017	0,029	0,025	0,025	0,017				0,025	
09-07-11	0,067	0,113	0,054	0,083	0,050	0,025	0,054	0,033	0,017	0,017	0,033	0,025	0,025	0,017				0,021	
10-07-11	0,050	0,117	0,054	0,092	0,054	0,033	0,004	0,033	0,017	0,017	0,025	0,021	0,025	0,017				0,021	
11-07-11	0,063	0,108	0,058	0,079	0,050	0,033	0,029	0,037	0,025	0,017	0,038	0,029	0,025	0,021				0,025	
12-07-11	0,058	0,112	0,054	0,096	0,012	0,037	0,029	0,038	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,012				0,025	
13-07-11	0,058	0,113	0,054	0,125	0,012	0,046	0,029	0,033	0,021	0,021	0,029	0,029	0,025	0,017				0,021	
14-07-11	0,058	0,113	0,058	0,079	0,058	0,033	0,029	0,038	0,025	0,017	0,033	0,025	0,025	0,017				0,025	
15-07-11	0,054	0,113	0,058	0,075	0,058	0,029	0,029	0,033	0,021	0,017	0,033	0,025	0,000	0,017				0,021	
16-07-11	0,058	0,113	0,054	0,075	0,046	0,017	0,029	0,037	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,017				0,021	
17-07-11	0,058	0,117	0,054	0,037	0,058	0,037	0,033	0,037	0,021	0,017	0,033	0,029	0,025	0,012				0,025	
18-07-11	0,058	0,108	0,054	0,117	0,050	0,017	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,017				0,021	
19-07-11	0,054	0,113	0,058	0,075	0,054	0,013	0,029	0,038	0,021	0,021	0,021	0,025	0,025	0,017				0,021	
20-07-11	0,063	0,113	0,054	0,088	0,012	0,063	0,029	0,033	0,021	0,017	0,046	0,025	0,000	0,017				0,021	
21-07-11	0,054	0,113	0,054	0,067	0,063	0,050	0,029	0,038	0,021	0,017	0,029	0,025	0,000	0,017				0,025	
22-07-11	0,058	0,125	0,054	0,063	0,067	0,050	0,029	0,042	0,021	0,017	0,029	0,025	0,000	0,017				0,021	
23-07-11	0,058	0,100	0,054	0,071	0,058	0,033	0,033	0,029	0,025	0,017	0,033	0,025	0,000	0,021				0,021	
24-07-11	0,058	0,113	0,058	0,067	0,058	0,042	0,033	0,033	0,017	0,017	0,029	0,025	0,000	0,012				0,029	
25-07-11	0,058	0,113	0,054	0,071	0,038	0,033	0,025	0,037	0,025	0,017	0,033	0,025	0,000	0,017				0,021	
26-07-11																			
27-07-11																			
28-07-11																			
29-07-11																			
30-07-11																			
31-07-11																			

PBS 13 obstruído devido a injeção de calda de cimento
 PBSs 15 e 16 danificados, fora de operação
 Em 01/07 PBS 06 em observação
 Em 02/07 PBS 14 em observação
 Em 03/07 PBS 12 em observação
 Em 04/07 PBS 06 em observação
 Em 06/07 PBS 06 e 14 em manutenção
 Retificadas as vazões dos dias 01 à 05 do PBS 13
 Em 10/07 PBS 07 em observação
 Em 12/07 PBS 05 E 14 em observação
 Em 13/07 PBS 05 em manutenção
 Em 16/07 PBS 06 em observação
 Em 17/07 PBS 04 em observação
 Em 18/07 PBS 06 em observação
 Em 19/07 PBS 06 em observação
 Em 20/07 PBS 06 em manutenção
 Em 20/07 PBS 05 em observação
 Em 25/07 PBS 05 em observação

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Observação:
Prof. (m)	38,38	38,43	38,36	38,3	38,3	38,54	38,41	38,44	38,44	38,44	38,47	38,57	35	35	35	34	34	
Data	Vazão (m³/h) - Início da operação dia 10/07/10 - 24 horas/dia																	
01-08-11	0,058	0,113	0,054	0,067	0,058	0,012	0,029	0,038	0,021	0,017	0,033	0,033	0,025	0,017			0,021	
02-08-11	0,054	0,108	0,058	0,071	0,050	0,037	0,054	0,033	0,021	0,017	0,033	0,029	0,025	0,017			0,021	
03-08-11	0,058	0,125	0,054	0,071	0,058	0,033	0,008	0,037	0,021	0,017	0,033	0,025	0,025	0,017			0,021	
04-08-11	0,058	0,108	0,054	0,075	0,050	0,025	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,012			0,017	
05-08-11	0,063	0,121	0,054	0,075	0,046	0,025	0,029	0,037	0,025	0,017	0,033	0,025	0,025	0,017			0,000	
06-08-11	0,054	0,104	0,058	0,071	0,046	0,017	0,029	0,038	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,017			0,396	
07-08-11	0,058	0,129	0,054	0,075	0,054	0,033	0,033	0,037	0,021	0,017	0,033	0,025	0,025	0,017			0,017	
08-08-11	0,058	0,100	0,054	0,071	0,050	0,025	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,012			0,017	
09-08-11	0,058	0,113	0,054	0,071	0,050	0,037	0,029	0,037	0,021	0,017	0,037	0,025	0,025	0,017			0,017	
10-08-11	0,058	0,113	0,058	0,071	0,050	0,021	0,029	0,038	0,021	0,017	0,025	0,025	0,000	0,012			0,017	
11-08-11	0,063	0,115	0,050	0,075	0,046	0,012	0,029	0,033	0,021	0,017	0,025	0,025	0,025	0,017			0,017	
12-08-11	0,054	0,114	0,054	0,075	0,050	0,033	0,029	0,038	0,021	0,017	0,033	0,025	0,025	0,017			0,021	
13-08-11	0,058	0,075	0,054	0,075	0,042	0,033	0,033	0,037	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,013			0,013	
14-08-11	0,058	0,150	0,058	0,079	0,054	0,008	0,029	0,038	0,021	0,017	0,033	0,021	0,025	0,012			0,012	
15-08-11	0,058	0,113	0,054	0,088	0,042	0,025	0,029	0,033	0,021	0,017	0,021	0,025	0,025	0,017			0,013	Em 04/08 PBS 07 em observação.
16-08-11	0,058	0,113	0,054	0,075	0,050	0,017	0,029	0,038	0,021	0,017	0,037	0,025	0,025	0,013			0,013	Em 11/08 PBS 06 em observação.
17-08-11	0,054	0,113	0,054	0,079	0,046	0,021	0,033	0,033	0,021	0,017	0,029	0,021	0,025	0,017			0,012	Em 13/08 PBS 02 em observação.
18-08-11	0,058	0,113	0,054	0,075	0,042	0,025	0,029	0,037	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,012			0,013	Em 19/08 PBS 17 em observação.
19-08-11	0,058	0,112	0,058	0,079	0,046	0,025	0,029	0,033	0,021	0,017	0,033	0,021	0,025	0,017			0,012	Em 20/08 PBS 17 em observação.
20-08-11	0,058	0,113	0,054	0,079	0,054	0,017	0,029	0,037	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,012			0,046	Em 31/08 Devido a forte chuva não foi possível colher as leituras
21-08-11	0,058	0,117	0,058	0,079	0,063	0,012	0,029	0,038	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,012			0,071	
22-08-11	0,058	0,113	0,054	0,092	0,042	0,012	0,029	0,037	0,021	0,017	0,033	0,021	0,025	0,017			0,013	
23-08-11	0,058	0,113	0,054	0,083	0,038	0,017	0,029	0,037	0,025	0,013	0,029	0,025	0,025	0,017			0,012	
24-08-11	0,058	0,117	0,058	0,083	0,050	0,017	0,033	0,038	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,012			0,017	
25-08-11	0,058	0,113	0,054	0,079	0,046	0,021	0,029	0,033	0,021	0,017	0,033	0,025	0,025	0,017			0,017	
26-08-11	0,054	0,117	0,058	0,079	0,042	0,012	0,029	0,037	0,021	0,013	0,029	0,021	0,025	0,013			0,012	
27-08-11	0,063	0,117	0,058	0,088	0,037	0,021	0,033	0,037	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,012			0,017	
28-08-11	0,054	0,113	0,050	0,088	0,033	0,013	0,029	0,038	0,025	0,017	0,033	0,025	0,025	0,017			0,017	
29-08-11	0,063	0,117	0,058	0,083	0,046	0,012	0,029	0,037	0,021	0,017	0,029	0,025	0,025	0,017			0,013	
30-08-11	0,054	0,113	0,05	0,075	0,042	0,025	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,029	0,025	0,012			0,017	
31-08-11	0,054	0,113	0,05	0,075	0,042	0,025	0,029	0,033	0,021	0,017	0,029	0,029	0,025	0,012			0,017	
01-09-11	0,117	0,238	0,117	0,183	0,117	0,033	0,063	0,075	0,046	0,033	0,063	0,058	0,025	0,033			0,050	Em 02/09 PBS 17 em observação
02-09-11	0,021	0,117	0,054	0,096	0,046	0,017	0,029	0,037	0,021	0,017	0,033	0,029	0,025	0,021			0,108	Em 03, 04 e 05/09 PBS 2 e 3 impossibilitado de fazer a leitura pois os mesmos encontram se coberto por chapa de aço
03-09-11	0,100	0,117	0,054	0,096	0,042	0,025	0,033	0,038	0,025	0,017	0,029	0,037	0,025	0,021			0,021	
04-09-11	0,058	0,117	0,054	0,096	0,042	0,021	0,029	0,037	0,025	0,017	0,033	0,033	0,025	0,017			0,025	
05-09-11	0,063	0,117	0,054	0,083	0,012	0,029	0,033	0,037	0,021	0,017	0,029	0,033	0,025	0,012			0,025	
Média	0,059	0,116	0,057	0,082	0,059	0,023	0,030	0,037	0,022	0,017	0,032	0,027	0,025	0,019			0,025	

APÊNDICE B – Leitura dos INA's do PVSE Delmiro Sampaio

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Observação:
Prof. (m)	38,38	38,43	38,36	38,3	38,3	38,54	38,41	38,44	38,44	38,44	38,47	38,57	35	35	35	34	34	
Data	Leitura INA (m) - Início da operação dia 10/07/10 - 24 horas/dia																	
01-06-11	36,16	36,13	36,31	36,27	36,2	36,21	36,38	36,29	36,37	36,41	36,31	35,32	17,63	32,35			31,65	
02-06-11	36,08	36,27	36,17	36,24	36,29	36,12	36,43	36,37	36,33	36,36	36,4	35,35	17,48	32,26			31,89	
03-06-11	36,21	36,23	36,37	36,13	36,33	36,16	36,35	36,47	36,44	36,27	36,34	35,21	17,37	32,33			31,72	
04-06-11	36,15	36,26	36,09	36,19	36,22	36,06	36,28	36,35	36,38	36,44	36,41	35,39	17,32	32,42			31,85	
05-06-11	36,11	36,14	36,25	36,15	36,35	36,27	36,24	36,27	36,29	36,35	36,27	35,29	17,43	32,25			31,79	
06-06-11	36,21	36,19	36,14	36,09	36,24	36,17	36,4	36,35	36,39	36,41	36,4	34,37	17,47	32,37			31,93	
07-06-11	36,08	36,12	36,24	36,15	36,31	36,27	36,27	36,49	36,44	36,47	36,33	35,29	17,41	32,4			31,81	
08-06-11	35,15	36,27	36,07	36,21	36,17	36,23	36,34	36,43	36,28	36,31	36,44	35,34	18,2	32,25			31,96	
09-06-11	36,13	36,17	36,21	36,06	36,28	36,1	36,43	36,33	36,39	36,36	36,25	35,17	18,68	32,4			31,72	
10-06-11	36,07	36,27	36,31	36,14	36,19	36,23	36,25	36,4	36,44	36,48	36,39	35,31	18,47	32,33			31,65	
11-06-11	36,18	36,21	36,25	36,11	36,31	36,16	36,37	36,43	36,34	36,27	36,33	35,4	19,1	32,24			31,89	
12-06-11	36,05	36,11	36,17	36,23	36,12	36,04	36,23	36,27	36,19	36,33	36,41	35,24	19,47	32,29			31,66	
13-06-11	36,14	36,13	36,35	36,4	36,24	36,19	36,32	36,37	36,4	36,46	36,29	35,21	19,55	32,38			31,5	
14-06-11	36,23	36,05	36,17	36,27	36,14	36,29	36,46	36,43	36,48	36,37	36,2	35,32	19,32	32,26			31,69	
15-06-11	36,07	36,19	36,11	36,23	36,19	36,13	36,37	36,25	36,3	36,4	36,33	35,24	19,23	32,35			31,71	- PBS 13 obstruído devido a injeção de calda de cimento
16-06-11	36,19	36,27	36,16	36,11	36,23	36,2	36,28	36,32	36,37	36,27	36,4	35,39	19,05	32,4			31,8	
17-06-11	36,09	36,08	36,24	36,17	36,27	36,06	36,46	36,21	36,16	36,43	36,47	35,17	19,67	32,23			31,66	
18-06-11	36,14	36,19	36,08	36,29	36,15	36,32	36,36	36,39	36,43	36,34	36,26	35,31	19,91	32,4			31,78	- PBSs 15 e 16 danificados, fora de operação
19-06-11	36,19	36,27	36,13	36,14	36,23	36,17	36,42	36,34	36,3	36,25	36,36	35,42	20,07	32,14			31,56	
20-06-11	36,27	36,14	36,24	36,23	36,34	36,25	36,47	36,42	36,46	36,33	36,2	35,24	20,35	32,37			31,4	
21-06-11	36,2	36,25	36,19	36,24	36,3	36,23	36,4	36,38	36,47	36,31	36,12	35,2	20,39	32,27			31,5	
22-06-11	36,9	36,2	36,16	36,11	36,21	36,17	36,34	36,21	36,33	36,42	36,15	35,26	20,3	32,35			31,41	
23-06-11	36,12	36,23	36,12	36,22	36,32	36,14	36,41	36,28	36,37	36,25	36,13	35,51	20,32	32,34			31,49	
24-06-11	36,14	36,07	36,02	36,18	36,12	36,27	36,45	36,44	36,39	36,32	36,28	35,39	20,37	32,43			31,69	
25-06-11	36,19	36,2	36,14	36,17	36,25	36,18	36,37	36,45	36,37	36,35	36,14	35,27	20,35	32,3			31,4	
26-06-11	36,09	36,27	36,09	36,1	36,16	36,24	36,28	36,25	36,45	36,44	36,39	35,34	20,44	32,21			31,77	
27-06-11	36,31	36,12	36,23	36,34	36,35	36,3	36,44	36,39	36,31	36,27	36,41	35,25	19,97	32,39			31,63	
28-06-11	36,23	36,19	36,13	36,21	36,24	36,26	36,34	36,2	36,39	36,37	36,25	35,42	20,07	32,27			31,78	
29-06-11	36,16	36,06	36,27	36,29	36,17	36,36	36,29	36,32	36,25	36,45	36,34	35,21	20,51	32,36			31,58	
30-06-11																		

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Observação:
Prof. (m)	38,38	38,43	38,36	38,3	38,3	38,54	38,41	38,44	38,44	38,44	38,47	38,57	35	35	35	34	34	
Data	Leitura INA (m) - Início da operação dia 10/07/10 - 24 horas/dia																	
01-07-11	36,43	36,13	36,21	36,25	36,24	36,29	36,31	36,47	36,36	36,24	36,27	35,2	21,37	32,39				31,58
02-07-11	36,29	36,21	36,09	36,12	36,17	36,15	36,45	36,34	36,47	36,39	36,43	35,33	21,69	32,29				31,79
03-07-11	36,34	36,09	36,27	36,18	36,11	36,22	36,36	36,29	36,31	36,47	36,34	35,27	22,1	32,43				31,59
04-07-11	36,41	36,19	36,19	36,25	36,02	36,1	36,3	36,17	36,39	36,33	36,26	35,38	22,3	32,27				31,64
05-07-11	36,33	36,08	36,27	36,13	36,19	36,24	36,44	36,35	36,27	36,41	36,42	35,3	22,37	32,43				31,57
06-07-11	36,25	36,23	36,12	36,18	36,09	36,17	36,36	36,24	36,45	36,27	36,34	35,41	22,18	32,24				31,79
07-07-11	36,32	36,15	36,24	36,29	36,15	36,23	36,4	36,42	36,27	36,35	36,48	35,28	22,06	32,31				31,6
08-07-11	36,41	36,09	36,16	36,24	36,34	36,11	36,47	36,33	36,36	36,46	36,4	35,37	21,86	32,17				31,77
09-07-11	36,32	36,19	36,23	36,32	36,4	36,21	36,38	36,4	36,41	36,39	36,51	35,3	21,86	32,26				31,61
10-07-11	36,21	36,09	36,14	36,16	36,21	36,14	36,3	36,45	36,33	36,23	36,29	35,26	22,2	32,39				31,55
11-07-11	36,29	36,23	36,37	36,23	36,1	36,27	36,46	36,27	36,44	36,39	36,46	35,43	22,43	32,24				31,69
12-07-11	36,14	36,31	36,24	36,29	36,33	36,21	36,32	36,36	36,27	36,45	36,24	35,32	22,54	32,38				31,56
13-07-11	36,34	36,17	36,28	36,11	36,02	36,16	36,43	36,47	36,46	36,26	36,38	35,24	22,25	32,26				31,68
14-07-11	36,27	36,28	36,39	36,17	36,31	36,06	36,38	36,28	36,34	36,37	36,31	35,43	22,47	32,4				31,76
15-07-11	36,37	36,2	36,29	36,26	36,46	36,16	36,28	36,37	36,24	36,46	36,53	35,35	22,47	32,46				31,57
16-07-11	36,24	36,15	36,23	36,21	36,23	36,1	36,48	36,43	36,39	36,29	36,48	35,25	22,58	32,24				31,64
17-07-11	36,34	36,24	36,33	36,3	36,33	36,2	36,55	36,56	36,32	36,4	36,34	36,31	22,58	32,34				31,73
18-07-11	36,17	36,09	36,29	36,37	36,14	36,14	36,32	36,38	36,36	36,34	36,29	35,27	22,41	32,4				31,56
19-07-11	36,41	36,19	36,08	36,17	36,07	36,28	36,45	36,27	36,47	36,23	36,44	35,16	22,57	32,24				31,72
20-07-11	36,28	36,32	36,24	36,29	36,07	36,24	36,23	36,45	36,3	36,43	36,25	35,42	22,39	32,34				31,56
21-07-11	36,46	36,09	36,4	36,21	36,26	36,37	36,37	36,47	36,39	36,17	36,34	35,27	22,49	32,43				31,63
22-07-11	36,18	36,21	36,16	36,38	36,15	36,11	36,48	36,32	36,47	36,31	36,45	35,2	22,77	32,23				31,75
23-07-11	36,39	36,05	36,29	36,19	36,32	36,34	36,25	36,46	36,35	36,44	36,27	35,33	22,93	32,44				31,49
24-07-11	36,27	36,31	36,35	36,09	36,11	36,18	36,42	36,2	36,24	36,17	36,39	35,45	22,65	32,31				31,67
25-07-11	36,23	36,17	36,08	36,31	36,17	36,26	36,34	36,37	36,45	36,36	36,39	35,51	22,86	32,37				31,56
26-07-11																		
27-07-11																		
28-07-11																		
29-07-11																		
30-07-11																		
31-07-11																		

- PBS 13 obstruído devido a injeção de calda de cimento

- PBSs 15 e 16 danificados, fora de operação

- Em 18/07 - Poço 12 em observação

- Em 18/07 - retificada a leitura do PBS 12. Lançamento indevido

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Observação:	
Prof. (m)	38,38	38,43	38,36	38,3	38,3	38,54	38,41	38,44	38,44	38,44	38,47	38,57	35	35	35	34	34		
Data	Leitura INA (m) - Início da operação dia 10/07/10 - 24 horas/dia																		
01-08-11	36,13	36,22	36,36	36,18	36,34	36,24	36,41	36,32	36,4	36,39	36,37	35,29	22	32,43				31,57	
02-08-11	36,31	36,09	36,25	36,29	36,19	36,37	36,34	36,17	36,47	36,2	36,45	35,44	22,16	32,19				31,46	
03-08-11	36,39	36,31	36,14	36,1	36,28	36,11	36,15	36,42	36,21	36,48	36,26	35,16	21,85	32,11				31,73	
04-08-11	36,4	36,32	36,09	36,34	36,27	36,2	36,43	36,48	36,26	36,33	36,38	35,31	22,1	32,33				31,58	
05-08-11	36,14	36,16	36,26	36,21	36,42	36,31	36,56	36,53	36,37	36,4	36,32	35,38	21,97	32,6				31,54	
06-08-11	36,28	36,37	36,18	36,09	36,3	36,13	36,23	36,27	36,49	36,24	36,19	35,47	22,07	32,4				31,78	
07-08-11	36,35	36,24	36,31	36,29	36,17	36,26	36,44	36,42	36,3	36,46	36,41	35,23	22	32,21				31,67	
08-08-11	36,17	36,3	36,12	36,2	36,39	36,1	36,35	36,18	36,4	36,37	36,32	35,39	22,13	32,33				31,42	
09-08-11	36,29	36,14	36,34	36,31	36,25	36,37	36,26	36,33	36,18	36,27	36,46	35,27	22,09	32,41				31,57	
10-08-11	36,43	36,24	36,21	36,12	36,3	36,17	36,43	36,47	36,3	36,46	36,13	35,46	22,21	32,1				31,73	
11-08-11	36,17	36,31	36,29	36,23	36,14	36,3	36,32	36,26	36,44	36,4	36,32	35,19	22,43	32,31				31,52	
12-08-11	36,32	36,12	36,37	36,27	36,23	36,14	36,23	36,39	36,25	36,21	36,45	35,36	22,64	32,39				31,44	
13-08-11	36,16	36,25	36,2	36,12	36,51	36,39	36	36,51	36,11	36,1	36,2	35,15	22,2	32,25				31,21	
14-08-11	36,25	36,18	36,12	36,19	36,32	36,27	36,41	36,3	36,47	36,37	36,33	35,28	22,39	32,15				31,33	
15-08-11	36,34	36,29	36,24	36,28	36,17	36,11	36,29	36,39	36,3	36,26	36,46	35,41	22,57	32,44				31,59	- PBS 13 obstruído devido a injeção de calda de cimento
16-08-11	36,34	36,31	36,24	36,19	36,25	36,19	36,36	36,25	36,2	36,31	36,27	35,22	22,61	32,28				31,45	
17-08-11	36,17	36,15	36,35	36,32	36,1	36,34	36,15	36,35	36,24	36,13	36,41	35,38	22,45	32,41				31,33	
18-08-11	36,36	36,32	36,22	36,18	36,23	36,18	36,33	36,22	36,18	36,29	36,28	35,26	22,7	32,36				31,45	- PBSs 15 e 16 danificados, fora de operação
19-08-11	36,25	36,23	36,12	36,27	36,34	36,26	36,41	36,47	36,39	36,44	36,35	35,16	22,55	32,19				31,65	
20-08-11	36,12	36,15	36,27	36,23	36,14	36,35	36,24	36,32	36,27	36,23	36,48	35,4	22,15	32,34				31,54	
21-08-11	36,31	36,3	36,17	36,1	36,29	36,19	36,45	36,43	36,47	36,43	36,27	35,23	21,86	32,26				31,47	- Em 31/08 Devido a forte chuva não foi possível colher as leituras
22-08-11	36,18	36,23	36,1	36,29	36,21	36,25	36,34	36,25	36,36	36,3	36,37	35,32	22,07	32,4				31,6	
23-08-11	36,24	36,14	36,25	36,16	36,11	36,37	36,4	36,33	36,26	36,21	36,43	35,47	22,35	32,23				31,43	
24-08-11	36,11	36,29	36,18	36,23	36,32	36,16	36,35	36,41	36,49	36,45	36,25	35,28	22,25	32,13				31,59	
25-08-11	36,32	36,07	36,1	36,36	36,23	36,3	36,46	36,24	36,4	36,3	36,17	35,37	22,16	32,32				31,43	
26-08-11	36,39	36,16	36,27	36,14	36,39	36,11	36,33	36,46	36,31	36,21	36,41	35,18	22,23	32,43				31,59	
27-08-11	36,22	36,02	36,51	36,43	36,11	36,24	36,15	36,12	36,47	36,55	36,27	35,31	22,51	32,17				31,4	
28-08-11	36,33	36,37	36,22	36,18	36,23	36,05	36,42	36,21	36,16	36,19	36,51	35,15	23,43	32,39				31,21	
29-08-11	36,13	36,17	36,35	36,29	36,31	36,14	36,26	36,43	36,37	36,41	36,2	35,41	22,28	32,25				31,56	
30-08-11	36,23	36,29	36,2	36,12	36,37	36,31	36,47	36,16	36,26	36,27	36,39	35,24	22,17	32,34				31,67	
31-08-11	36,23	36,29	36,2	36,12	36,37	36,31	36,47	36,16	36,26	36,27	36,39	35,24	22,17	32,34				31,67	
01-09-11	36,32	36,16	36,32	36,24	36,2	36,13	36,34	36,37	36,33	36,35	36,47	35,46	22,41	32,43				31,49	- PBSs 15 e 16 obturados
02-09-11	36,24	36,27	36,1	36,17	36,3	36,21	36,3	36,42	36,48	36,41	36,26	35,33	22,1	32,27				31,56	- Nos dias 03,04 e 05 PBS 2 e 3 impossibilitado de fazer a leitura, pois os mesmos se encontram-se coberto por chapa de aço
03-09-11	36,4	36,27	36,1	36,31	36,14	36,36	36,47	36,29	36,4	36,25	36,34	35,38	21,87	32,39				31,5	
04-09-11	36,29	36,27	36,1	36,24	36,36	36,13	36,38	36,2	36,19	36,36	36,44	35,14	22	32,14				31,37	
05-09-11	36,4	36,27	36,1	36,12	36,23	36,27	36,27	32,46	36,37	36,43	36,24	35,32	21,6	31,9				31,54	
Média	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,4	36,3	36,4	36,3	36,3	35,3		32,3				31,6	

APÊNDICE C – Leitura de vazões da Estação Adolfo Pinheiro

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Data	VAZÃO (m³/h) - CONTROLE DE REBAIXAMENTO - LEITURA DOS HIDRÔMETROS - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 e 05) - CONSÓRCIO CONSTRUCAP/CONSTRAN - METRO LINHA 5 LULÁS - LOTE 1 - CONTRATO 4142821201																																																					
01-06-11	0,146	0,096	0,183	0,046	0,050	0,096	0,225	0,283	0,529	0,217	0,621		0,179	0,121	0,004	0,012	0,296	0,279	0,888	0,692	0,554	0,325	0,533	0,508	0,250	0,246	0,033	0,017	0,446	0,313	1,138	1,771	0,554	1,454	0,767	1,275	0,313	0,754	0,529	0,829	1,037	0,071	0,021	0,192	0,300	0,113	0,271	0,653	0,063	0,213	0,604	0,792	0,771	
02-06-11	0,154	0,100	0,179	0,046	0,046	0,087	0,225	0,283	0,533	0,221	0,604		0,183	0,125	0,004	0,013	0,271	0,271	0,862	0,662	0,533	0,308	0,500	0,508	0,250	0,229	0,008	0,017	0,496	0,308	1,292	1,929	0,567	1,458	0,771	1,329	0,283	0,754	0,521	0,775	1,333	0,067	0,029	0,192	0,300	0,113	0,271	0,646	0,067	0,200	0,575	0,775		
03-06-11	0,150	0,100	0,162	0,042	0,046	0,092	0,225	0,283	0,521	0,221	0,600		0,167	0,125	0,002	0,008	0,288	0,242	0,838	0,642	0,521	0,292	0,483	0,504	0,250	0,188	0,358	0,008	0,038	0,292	1,221	1,858	0,554	1,438	0,762	1,321	0,283	0,737	0,504	0,754	1,279	0,150	0,046	0,042	0,300	0,113	0,271	0,521	0,058	0,200	0,538	0,758	0,833	
04-06-11	0,150	0,087	0,158	0,046	0,042	0,087	0,225	0,283	0,517	0,221	0,596		0,154	0,125	0,006	0,008	0,254	0,242	0,842	0,642	0,521	0,288	0,488	0,508	0,250	0,196	0,479	0,021	0,467	0,242	1,217	1,850	0,558	1,475	0,763	1,325	0,033	0,746	0,504	0,758	1,246	0,204	0,033	0,042	0,296	0,113	0,240	0,596	0,054	0,200	0,567	0,767	0,771	
05-06-11	0,133	0,092	0,167	0,042	0,038	0,083	0,225	0,283	0,529	0,225	0,617		0,196	0,121	0,006	0,008	0,242	0,238	0,854	0,654	0,538	0,304	0,500	0,512	0,204	0,221	0,563	0,017	0,438	0,325	1,183	1,875	0,558	1,421	0,762	1,329	0,396	0,746	0,504	0,733	1,217	0,188	0,071	0,042	0,296	0,113	0,271	0,688	0,075	0,200	0,558	0,675	0,846	
06-06-11	0,171	0,113	0,158	0,042	0,033	0,083	0,225	0,283	0,500	0,221	0,608		0,079	0,117	0,008	0,008	0,204	0,242	0,850	0,658	0,517	0,313	0,508	0,508	0,192	0,229	0,517	0,017	0,400	0,292	1,142	1,833	0,554	1,408	0,746	1,338	0,371	0,746	0,492	0,725	1,117	0,133	0,071	0,042	0,296	0,113	0,242	0,817	0,054	0,192	0,558	0,817	1,008	
07-06-11	0,154	0,067	0,167	0,042	0,029	0,083	0,225	0,283	0,512	0,217	0,600		0,162	0,125	0,017	0,008	0,275	0,250	0,875	0,679	0,533	0,325	0,525	0,512	0,188	0,212	0,433	0,021	0,337	0,271	1,162	1,842	0,546	1,429	0,754	1,338	0,296	0,763	0,508	0,750	1,146	0,125	0,012	0,042	0,292	0,131	0,254	0,825	0,058	0,200	0,579	0,771	0,871	
08-06-11	0,221	0,288	0,167	0,054	0,038	0,100	0,225	0,283	0,529	0,229	0,629		0,196	0,350	0,013	0,008	0,288	0,250	0,825	0,688	0,650	0,413	0,642	0,504	0,196	0,196	0,558	0,013	0,408	0,325	1,221	2,054	0,488	1,333	0,679	1,229	0,304	0,717	0,483	0,750	0,600	0,108	0,033	0,042	0,296	0,133	0,283	0,950	0,075	0,237	0,563	0,767	0,771	
09-06-11	0,188	0,079	0,167	0,046	0,033	0,100	0,225	0,283	0,521	0,221	0,629		0,113	0,117	0,017	0,008	0,125	0,321	0,971	0,796	0,621	0,417	0,650	0,508	0,200	0,212	0,375	0,017	0,258	0,113	1,158	1,783	0,542	1,492	0,763	1,513	0,308	0,804	0,525	0,750	0,446	0,146	0,033	0,042	0,296	0,096	0,271	0,758	0,092	0,238	0,625	0,862	0,842	
10-06-11	0,213	0,146	0,162	0,054	0,046	0,108	0,225	0,283	0,550	0,283	0,675		0,092	0,275	0,012	0,008	0,108	0,138	1,013	0,825	0,625	0,446	0,646	0,525	0,192	0,212	0,392	0,017	0,258	0,008	1,292	1,987	0,550	1,513	0,771	1,517	0,321	0,783	0,517	0,864	0,642	0,083	0,029	0,047	0,300	0,096	0,283	1,046	0,113	0,258	0,629	0,850	0,846	
11-06-11	0,167	0,063	0,163	0,042	0,054	0,113	0,225	0,283	0,563	0,267	0,708		0,088	0,129	0,008	0,013	0,142	0,371	1,008	0,821	0,654	0,471	0,638	0,533	0,188	0,221	0,383	0,017	0,229	0,008	1,254	1,925	0,571	1,592	0,846	0,067	0,188	0,817	0,567	0,850	0,625	0,083	0,029	0,047	0,304	0,096	0,217	0,771	0,083	0,262	0,658	0,917	0,946	
12-06-11	0,167	0,108	0,167	0,046	0,042	0,104	0,225	0,267	0,533	0,271	0,725		0,083	0,142	0,008	0,012	0,175	0,350	1,050	0,825	0,688	0,479	0,654	0,567	0,188	0,067	0,467	0,012	0,442	0,129	1,246	1,917	0,575	1,625	0,813	1,046	0,379	0,817	0,558	0,942	0,612	0,085	0,033	0,102	0,308	0,096	0,358	0,754	0,096	0,246	0,654	0,929	0,887	
13-06-11	0,158	0,083	0,158	0,046	0,038	0,104	0,225	0,258	0,588	0,258	0,704		0,083	0,133	0,008	0,004	0,154	0,325	1,004	0,779	0,642	0,450	0,600	0,529	0,171	0,067	0,183	0,529	0,017	0,529	0,300	1,158	1,813	0,546	1,542	0,767	1,070	0,529	0,888	0,563	0,096	0,029	0,104	0,296	0,096	0,271	0,717	0,088	0,212	0,625	0,862	0,763		
14-06-11	0,154	0,083	0,158	0,042	0,038	0,104	0,211	0,263	0,583	0,271	0,712		0,083	0,133	0,012	0,012	0,154	0,325	1,013	0,808	0,654	0,463	0,608	0,529	0,167	0,071	0,467	0,017	0,658	0,300	1,175	1,846	0,588	1,642	0,825	0,858	0,238	0,758	0,542	0,896	0,554	0,096	0,029	0,063	0,308	0,096	0,283	0,717	0,083	0,229	0,650	0,892	0,842	
15-06-11	0,154	0,079	0,154	0,046	0,029	0,121	0,200	0,233	0,542	0,258	0,775		0,087	0,133	0,008	0,017	0,183	0,354	1,046	0,817	0,658	0,479	0,688	0,525	0,167	0,183	0,529	0,017	0,567	0,304	1,188	1,908	0,575	1,621	0,825	0,100	0,275	0,796	0,175	0,921	0,563	0,087	0,029	0,008	0,042	0,304	0,096	0,217	0,771	0,083	0,262	0,658	0,917	0,946
16-06-11	0,154	0,079	0,150	0,042	0,033	0,113	0,208	0,258	0,563	0,263	0,813		0,088	0,129	0,008	0,013	0,175	0,350	0,996	0,750	0,654	0,463	0,554	0,517	0,171	0,167	0,413	0,012	0,462	0,646	1,154	1,737	0,542	1,492	0,754	0,737	0,213	0,683	0,546	0,817	0,637	0,121	0,029	0,229	0,300	0,096	0,296	0,729	0,092	0,225	0,663	0,888	0,800	
17-06-11	0,150	0,083	0,163	0,042	0,042	0,096	0,246	0,258	0,596	0,271	0,825		0,121	0,142	0,012	0,004	0,196	0,321	0,900	0,658	0,704	0,517	0,583	0,542	0,171	0,208	0,296	0,017	0,479	0,004	1,154	1,737	0,442	1,317	0,679	0,854	0,183	0,546	0,487	0,762	0,758	0,125	0,033	0,467	0,308	0,096	0,321	0,696	0,100	0,258	0,675	0,837	0,642	
18-06-11	0,146	0,083	0,154	0,046	0,037	0,087	0,242	0,258	0,563	0,271	0,775		0,171	0,138	0,012	0,012	0,179	0,338	1,050	0,758	0,654	0,463	0,550	0,504	0,163	0,192	0,288	0,012	0,483	0,300	1,221	1,977	0,538	1,575	0,808	1,054	0,208	0,621	0,558	0,933	0,696	0,125	0,029	0,454	0,300	0,096	0,287	0,671	0,083	0,238	0,771	1,004	0,708	
19-06-11	0,146	0,079	0,154	0,046	0,029	0,083	0,242	0,267	0,517	0,262	0,725		0,158	0,142	0,008	0,013	0,192	0,317	1,013	0,729	0,646	0,442	0,517	0,479	0,158	0,192	0,283	0,017	0,450	0,271	1,117	1,813	0,533	1,563	0,804	0,629	0,213	0,604	0,538	0,837	0,717	0,133	0,029	0,425	0,287	0,096	0,279	0,629	0,079	0,221	0,729	0,921	0,725	
20-06-11	0,142	0,083	0,179	0,042	0,025	0,087	0,242	0,262	0,554	0,267	0,729		0,158	0,133	0,008	0,013	0,200	0,317	1,037	0,729	0,642	0,442	0,392	0,483	0,146	0,204	0,288	0,017	0,425	0,296	1,121	1,838	0,550	1,592	0,821	0,600	0,208	0,604	0,550	0,888	0,692	0,104	0,025	0,413	0,283	0,096	0,267	0,621	0,079	0,229	0,725	0,942	0,738	
21-06-11	0,142	0,075	0,162	0,042	0,029	0,087	0,250	0,271	0,542	0,271	0,738		0,158	0,142	0,012	0,012	0,192	0,304	1,063	0,746	0,650	0,438	0,642	0,492	0,171	0,196	0,004	0,012	0,446	0,254	1,112	1,846	0,554	1,554	0,879	0,796	0,175	0,588	0,550	0,946	0,704	0,108	0,008	0,421	0,287	0,096	0,296	0,629	0,079	0,221	0,696	0,908	0,696	
22-06-11	0,142	0,079	0,158	0,046	0,025	0,088	0,233	0,254	0,512	0,263	0,708		0,154	0,138	0,012	0,013	0,162	0,292	1,029	0,708	0,625	0,421	0,492	0,475	0,142																													

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Data	VAZÃO (m³/h) - CONTROLE DE REBAIXAMENTO - LEITURA DOS HIDRÔMETROS - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 e 05) - CONSÓRCIO CONSTRUCAP/CONSTRAN - METRÔ LINHA 5 LILÁS - LOTE 1 - CONTRATO 4142821201																																																					
01-07-11	0,117	0,071	0,150	0,046	0,017	0,071	0,188	0,304	0,092	0,225	0,683	0,125	0,133	0,008	0,008	0,171	0,275	0,983	0,663	0,583	0,346	0,542	0,471	0,175	0,150	0,288	0,012	0,400	0,229	0,971	1,683	0,521	1,308	0,746	0,975	0,242	0,704	0,450	0,867	0,929	0,063	0,029	0,313	0,254	0,096	0,283	0,754	0,063	0,179	0,567	0,800	0,733		
02-07-11	0,117	0,067	0,146	0,046	0,017	0,071	0,192	0,287	0,467	0,258	0,729	0,129	0,133	0,008	0,012	0,150	0,250	0,979	0,650	0,579	0,346	0,521	0,467	0,167	0,212	0,321	0,012	0,433	0,225	0,962	1,688	0,512	1,300	0,746	0,975	0,238	0,700	0,525	0,863	0,950	0,058	0,029	0,313	0,254	0,096	0,279	0,733	0,058	0,183	0,563	0,792	0,729		
03-07-11	0,117	0,071	0,150	0,046	0,012	0,071	0,188	0,283	0,479	0,267	0,704	0,138	0,133	0,008	0,008	0,192	0,258	1,004	0,667	0,587	0,346	0,521	0,475	0,179	0,142	0,354	0,012	0,450	0,229	0,967	1,688	0,529	1,333	0,763	1,008	0,238	0,729	0,500	0,863	0,921	0,063	0,025	0,287	0,263	0,096	0,283	0,717	0,058	0,175	0,567	0,808	0,750		
04-07-11	0,113	0,067	0,138	0,042	0,012	0,071	0,208	0,267	0,467	0,263	0,708	0,113	0,129	0,000	0,008	0,175	0,250	0,979	0,646	0,579	0,342	0,500	0,458	0,175	0,175	0,375	0,017	0,467	0,229	0,983	1,708	0,512	1,288	0,733	0,967	0,233	0,704	0,479	0,850	0,900	0,063	0,029	0,279	0,258	0,096	0,279	0,708	0,054	0,179	0,546	0,779	0,729		
05-07-11	0,117	0,058	0,146	0,046	0,008	0,067	0,188	0,283	0,450	0,254	0,675	0,146	0,129	0,017	0,008	0,188	0,254	0,958	0,629	0,563	0,338	0,483	0,448	0,175	0,167	0,279	0,012	0,483	0,200	0,979	1,708	0,500	1,317	0,742	0,971	0,233	0,704	0,479	0,850	0,896	0,067	0,029	0,287	0,250	0,116	0,262	0,692	0,058	0,171	0,538	0,771	0,725		
06-07-11	0,117	0,054	0,142	0,042	0,012	0,071	0,192	0,267	0,458	0,250	0,717	0,133	0,138	0,012	0,012	0,208	0,250	0,971	0,629	0,617	0,363	0,462	0,479	0,171	0,167	0,321	0,000	0,500	0,204	0,929	1,692	0,492	1,250	0,700	1,213	0,067	0,663	0,467	0,821	0,888	0,054	0,029	0,279	0,267	0,092	0,275	0,675	0,054	0,175	0,529	0,783	0,750		
07-07-11	0,112	0,058	0,142	0,046	0,008	0,063	0,183	0,279	0,467	0,258	0,696	0,142	0,129	0,012	0,008	0,200	0,238	0,954	0,617	0,633	0,371	0,467	0,483	0,167	0,167	0,313	0,008	0,500	0,208	0,979	1,692	0,517	1,300	0,742	1,292	0,408	0,696	0,479	0,842	0,883	0,058	0,029	0,283	0,275	0,092	0,308	0,679	0,050	0,163	0,546	0,812	0,788		
08-07-11	0,121	0,054	0,142	0,042	0,004	0,058	0,175	0,279	0,479	0,254	0,679	0,138	0,104	0,012	0,008	0,171	0,246	0,938	0,608	0,604	0,358	0,454	0,467	0,162	0,158	0,321	0,012	0,475	0,208	0,958	1,721	0,521	1,317	0,733	1,258	0,246	0,692	0,475	0,850	0,879	0,063	0,025	0,283	0,250	0,083	0,229	0,679	0,050	0,167	0,500	0,792	0,783		
09-07-11	0,117	0,054	0,142	0,046	0,013	0,063	0,171	0,271	0,467	0,254	0,679	0,142	0,121	0,012	0,008	0,188	0,246	0,938	0,608	0,600	0,362	0,454	0,467	0,163	0,163	0,317	0,012	0,462	0,254	0,946	1,713	0,521	1,321	0,742	1,217	0,246	0,700	0,483	0,850	0,871	0,071	0,029	0,308	0,250	0,092	0,267	0,671	0,050	0,167	0,500	0,788	0,779		
10-07-11	0,117	0,054	0,138	0,042	0,008	0,063	0,171	0,271	0,471	0,258	0,692	0,146	0,121	0,008	0,013	0,171	0,250	0,988	0,621	0,587	0,367	0,458	0,467	0,171	0,167	0,196	0,017	0,442	0,246	0,938	1,717	0,533	1,342	0,754	1,229	0,242	0,708	0,483	0,846	0,879	0,075	0,025	0,308	0,254	0,087	0,275	0,671	0,050	0,167	0,575	0,783	0,792		
11-07-11	0,113	0,050	0,137	0,046	0,008	0,063	0,167	0,254	0,454	0,254	0,679	0,146	0,121	0,012	0,008	0,183	0,246	0,950	0,600	0,604	0,354	0,446	0,446	0,171	0,167	0,179	0,012	0,446	0,237	0,917	1,696	0,525	1,304	0,729	1,188	0,246	0,696	0,450	0,854	0,867	0,075	0,029	0,325	0,254	0,088	0,263	0,663	0,054	0,171	0,571	0,754	0,767		
12-07-11	0,113	0,050	0,133	0,042	0,004	0,075	0,167	0,237	0,442	0,254	0,671	0,154	0,113	0,008	0,008	0,208	0,254	0,946	0,604	0,583	0,350	0,438	0,438	0,167	0,158	0,308	0,012	0,442	0,233	0,925	1,692	0,517	1,300	0,725	1,192	0,242	0,700	0,238	0,892	0,850	0,050	0,025	0,287	0,242	0,088	0,262	0,633	0,046	0,163	0,563	0,746	0,775		
13-07-11	0,096	0,050	0,104	0,050	0,008	0,067	0,162	0,250	0,446	0,258	0,675	0,146	0,096	0,012	0,008	0,212	0,242	0,942	0,600	0,575	0,354	0,438	0,442	0,162	0,163	0,296	0,013	0,383	0,250	0,921	1,692	0,475	1,288	0,725	1,288	0,246	0,692	0,533	0,896	0,858	0,079	0,029	0,283	0,246	0,087	0,271	0,637	0,050	0,162	0,558	0,737	0,775		
14-07-11	0,092	0,046	0,112	0,050	0,004	0,071	0,167	0,217	0,450	0,258	0,688	0,146	0,096	0,008	0,008	0,213	0,246	0,954	0,608	0,592	0,354	0,446	0,446	0,171	0,167	0,292	0,012	0,396	0,212	0,900	1,692	0,587	1,288	0,742	1,200	0,238	0,704	0,538	0,892	0,854	0,046	0,029	0,279	0,246	0,092	0,275	0,642	0,050	0,167	0,583	0,758	0,796		
15-07-11	0,087	0,050	0,113	0,046	0,004	0,063	0,162	0,221	0,421	0,250	0,658	0,133	0,100	0,008	0,008	0,217	0,233	0,904	0,579	0,558	0,333	0,421	0,396	0,158	0,158	0,283	0,012	0,383	0,221	0,871	1,650	0,500	1,288	0,708	1,121	0,233	0,671	0,504	0,858	0,821	0,054	0,025	0,263	0,238	0,088	0,262	0,604	0,042	0,154	0,554	0,717	0,754		
16-07-11	0,092	0,046	0,113	0,050	0,008	0,067	0,179	0,238	0,433	0,258	0,675	0,142	0,083	0,008	0,008	0,250	0,246	0,879	0,563	0,612	0,371	0,475	0,467	0,167	0,171	0,308	0,012	0,471	0,238	0,929	1,750	0,450	1,288	0,654	1,188	0,225	0,642	0,496	0,721	0,888	0,054	0,029	0,279	0,250	0,092	0,308	0,667	0,054	0,179	0,446	0,713	0,750		
17-07-11	0,092	0,046	0,112	0,050	0,004	0,063	0,171	0,225	0,438	0,258	0,675	0,129	0,092	0,008	0,008	0,250	0,254	0,917	0,613	0,583	0,371	0,417	0,429	0,167	0,171	0,333	0,012	0,417	0,229	0,896	1,713	0,500	1,288	0,742	1,258	0,258	0,683	0,508	0,729	0,875	0,067	0,029	0,263	0,242	0,088	0,221	0,633	0,050	0,171	0,571	0,783	0,779		
18-07-11	0,087	0,046	0,108	0,046	0,004	0,063	0,175	0,250	0,413	0,246	0,654	0,108	0,088	0,012	0,008	0,238	0,237	0,921	0,583	0,542	0,304	0,425	0,413	0,154	0,163	0,275	0,013	0,463	0,213	0,846	1,621	0,479	1,288	0,708	1,188	0,246	0,683	0,492	0,738	0,813	0,054	0,029	0,262	0,229	0,083	0,279	0,608	0,046	0,154	0,575	0,733	0,754		
19-07-11	0,088	0,042	0,088	0,046	0,004	0,058	0,171	0,279	0,417	0,250	0,658	0,129	0,092	0,008	0,008	0,242	0,238	0,913	0,587	0,554	0,333	0,425	0,417	0,158	0,158	0,350	0,012	0,425	0,217	0,871	1,671	0,487	1,288	0,704	1,250	0,242	0,642	0,492	0,825	0,829	0,171	0,029	0,250	0,238	0,087	0,246	0,604	0,046	0,158	0,513	0,758	0,771		
20-07-11	0,088	0,046	0,083	0,042	0,004	0,063	0,179	0,267	0,412	0,250	0,671	0,112	0,087	0,008	0,008	0,246	0,233	0,908	0,583	0,554	0,329	0,429	0,413	0,158	0,163	0,329	0,008	0,429	0,221	0,854	1,662	0,488	1,288	0,725	1,283	0,242	0,683	0,504	0,850	0,838	0,196	0,025	0,258	0,238	0,083	0,258	0,625	0,042	0,158	0,600	0,758	0,788		
21-07-11	0,088	0,042	0,162	0,033	0,008	0,058	0,150	0,250	0,413	0,250	0,650	0,108	0,100	0,004	0,008	0,250	0,229	0,904	0,571	0,546	0,325	0,429	0,408	0,158	0,158	0,333	0,012	0,500	0,192	0,854	1,671	0,487	1,288	0,725	1,229	0,242	0,675	0,504	0,900	0,829	0,150	0,025	0,258	0,229	0,083	0,254	0,629	0,042	0,154	0,692	0,733	0,796		
22-07-11	0,088	0,038	0,158	0,025	0,004	0,058	0,204	0,262	0,396	0,242	0,654	0,121	0,083	0,012	0,008	0,221	0,229	0,883	0,563	0,537	0,321	0,417	0,404	0,158	0,183	0,296	0,012	0,425	0,217	0,842	1,629	0,479	1,288	0,717	1,188	0,238	0,646	0,492	0,908	0,817	0,142	0,029	0,250	0,229	0,088	0,242	0,617							

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Data	VAZÃO (m³/h) - CONTROLE DE REBAIXAMENTO - LEITURA DOS HIDRÔMETROS - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 e 05) - CONSÓRCIO CONSTRUCAP/CONSTRAN - METRO LINHA 5 LILÁS - LOTE 1 - CONTRATO 4142821201																																																						
01-08-11	0,038	0,039	0,108	0,033	0,012	0,063	0,196	0,254	0,513	0,283	0,783	0,188	0,088	0,004	0,008	0,221	0,225	0,883	0,554	0,537	0,313	0,517	0,388	0,150	0,175	0,446	0,000	0,208	0,192	0,742	1,496	0,479	1,292	0,704	1,192	0,208	0,667	0,467	0,975	0,779	0,087	0,021	0,208	0,229	0,079	0,275	0,592	0,033	0,142	0,575	0,729	0,775	0,021		
02-08-11	0,079	0,038	0,117	0,038	0,008	0,054	0,208	0,188	0,433	0,258	0,700	0,158	0,087	0,004	0,004	0,221	0,229	0,879	0,550	0,533	0,308	0,487	0,375	0,142	0,183	0,396	0,004	0,258	0,217	0,517	0,962	0,475	1,254	0,688	1,317	0,208	0,650	0,479	1,004	0,788	0,083	0,025	0,217	0,225	0,083	0,313	0,604	0,042	0,154	0,563	0,717	0,758	0,021		
03-08-11	0,075	0,033	0,117	0,038	0,008	0,050	0,188	0,208	0,479	0,258	0,712	0,188	0,088	0,008	0,008	0,204	0,221	0,862	0,542	0,521	0,300	0,475	0,375	0,137	0,167	0,458	0,004	0,192	0,171	0,000	1,604	0,425	1,188	0,688	1,296	0,200	0,675	0,442	0,967	0,775	0,079	0,025	0,204	0,221	0,079	0,229	0,588	0,042	0,146	0,558	0,688	0,750	0,021		
04-08-11	0,075	0,033	0,113	0,042	0,004	0,054	0,188	0,213	0,442	0,263	0,692	0,175	0,083	0,008	0,000	0,221	0,221	0,875	0,575	0,533	0,304	0,475	0,383	0,137	0,167	0,463	0,004	0,400	0,192	1,658	1,583	0,492	1,308	0,696	1,267	0,208	0,671	0,529	0,946	0,750	0,075	0,025	0,204	0,217	0,083	0,258	0,579	0,037	0,142	0,550	0,708	0,758	0,021		
05-08-11	0,079	0,038	0,108	0,037	0,008	0,050	0,171	0,200	0,425	0,254	0,704	0,125	0,088	0,008	0,004	0,221	0,213	0,863	0,500	0,525	0,300	0,446	0,383	0,138	0,167	0,450	0,004	0,379	0,171	0,800	1,546	0,458	1,283	0,688	1,225	0,200	0,646	0,433	0,846	0,742	0,071	0,025	0,204	0,217	0,079	0,262	0,571	0,033	0,138	0,546	0,871	0,746	0,000		
06-08-11	0,079	0,033	0,108	0,038	0,008	0,050	0,192	0,196	0,408	0,250	0,679	0,121	0,083	0,021	0,008	0,208	0,217	0,867	0,538	0,529	0,317	0,188	0,383	0,138	0,167	0,450	0,004	0,392	0,171	0,800	1,588	0,460	1,300	0,683	1,208	0,204	0,658	0,471	0,842	0,750	0,058	0,021	0,217	0,217	0,079	0,267	0,592	0,037	0,142	0,554	0,546	0,729	0,396		
07-08-11	0,079	0,033	0,108	0,038	0,008	0,050	0,175	0,192	0,392	0,242	0,654	0,150	0,083	0,008	0,004	0,188	0,221	0,850	0,521	0,513	0,296	0,517	0,375	0,138	0,167	0,454	0,004	0,129	0,175	0,792	1,554	0,458	1,279	0,671	1,154	0,200	0,642	0,442	0,883	0,754	0,083	0,025	0,208	0,208	0,083	0,254	0,600	0,029	0,133	0,533	0,696	0,729	0,017		
08-08-11	0,083	0,033	0,108	0,038	0,008	0,050	0,175	0,183	0,392	0,242	0,650	0,142	0,083	0,008	0,008	0,196	0,233	0,875	0,542	0,521	0,300	0,508	0,333	0,138	0,167	0,454	0,004	0,171	0,171	0,793	1,558	0,462	1,288	0,679	1,163	0,200	0,663	0,462	0,921	0,750	0,067	0,025	0,208	0,213	0,071	0,242	0,600	0,037	0,137	0,567	0,704	0,742	0,017		
09-08-11	0,079	0,033	0,108	0,041	0,008	0,050	0,171	0,192	0,392	0,246	0,658	0,096	0,092	0,008	0,008	0,288	0,242	0,883	0,546	0,533	0,317	0,167	0,404	0,138	0,188	0,467	0,004	0,087	0,175	0,813	1,512	0,471	1,329	0,683	1,175	0,204	0,679	0,467	0,900	0,767	0,067	0,029	0,213	0,213	0,083	0,283	0,608	0,033	0,142	0,576	0,713	0,754	0,017		
10-08-11	0,079	0,029	0,104	0,038	0,004	0,058	0,175	0,183	0,425	0,246	0,654	0,100	0,083	0,004	0,004	0,313	0,246	0,667	0,438	0,588	0,208	0,579	0,379	0,138	0,192	0,450	0,008	0,208	0,221	0,917	0,988	0,350	0,908	0,504	0,938	0,117	0,504	0,358	0,683	0,821	0,063	0,025	0,213	0,042	0,083	0,283	0,658	0,042	0,167	0,458	0,558	0,583	0,017		
11-08-11	0,079	0,029	0,104	0,050	0,008	0,071	0,179	0,142	0,400	0,250	0,379	0,108	0,075	0,004	0,008	0,250	0,317	0,938	0,592	0,537	0,396	0,543	0,383	0,138	0,165	0,004	0,008	0,129	0,150	0,696	1,325	0,483	1,429	0,704	1,417	0,279	0,750	0,504	1,025	0,629	0,058	0,021	0,321	0,004	0,083	0,283	0,521	0,046	0,142	0,654	0,833	0,792	0,017		
12-08-11	0,083	0,033	0,104	0,063	0,004	0,071	0,171	0,217	0,396	0,221	0,712	0,117	0,083	0,008	0,008	0,271	0,304	0,846	0,571	0,600	0,429	0,558	0,392	0,138	0,222	0,362	0,008	0,154	0,229	0,904	1,717	0,362	0,862	0,650	1,321	0,288	0,317	0,471	0,875	0,842	0,058	0,033	0,142	0,271	0,083	0,283	0,662	0,046	0,179	0,333	0,358	0,350	0,021		
13-08-11	0,079	0,029	0,112	0,113	0,004	0,050	0,167	0,188	0,342	0,258	0,717	0,117	0,079	0,017	0,008	0,254	0,317	0,938	0,575	0,554	0,379	0,521	0,383	0,138	0,183	0,375	0,008	0,096	0,200	0,875	1,675	0,467	1,317	0,704	1,367	0,292	0,771	0,521	0,958	0,817	0,050	0,038	0,108	0,254	0,083	0,283	0,846	0,054	0,167	0,667	0,875	0,825	0,013		
14-08-11	0,075	0,033	0,113	0,113	0,008	0,058	0,175	0,179	0,417	0,246	0,721	0,121	0,162	0,008	0,008	0,317	0,296	0,954	0,542	0,529	0,375	0,504	0,400	0,138	0,188	0,363	0,012	0,196	0,196	0,888	1,721	0,479	1,363	0,717	1,325	0,279	0,762	0,521	0,971	0,829	0,021	0,012	0,121	0,083	0,283	0,283	0,829	0,050	0,179	0,733	0,825	0,813	0,012		
15-08-11	0,083	0,033	0,096	0,021	0,008	0,046	0,162	0,162	0,358	0,221	0,650	0,121	0,004	0,008	0,008	0,221	0,267	0,867	0,479	0,525	0,346	0,513	0,371	0,138	0,175	0,375	0,008	0,012	0,054	0,183	0,808	1,508	0,438	1,242	0,663	1,221	0,258	0,713	0,479	0,900	0,754	0,113	0,029	0,087	0,271	0,083	0,283	0,721	0,042	0,117	0,633	0,742	0,758	0,013	
16-08-11	0,075	0,029	0,104	0,092	0,008	0,050	0,167	0,196	0,371	0,242	0,683	0,100	0,071	0,008	0,008	0,387	0,267	0,808	0,462	0,567	0,279	0,525	0,404	0,138	0,175	0,375	0,008	0,054	0,200	0,838	1,608	0,408	1,167	0,625	1,133	0,242	0,671	0,446	0,842	0,808	0,083	0,029	0,092	0,254	0,083	0,283	0,733	0,050	0,154	0,592	0,696	0,692	0,013		
17-08-11	0,079	0,029	0,100	0,087	0,012	0,046	0,162	0,137	0,346	0,225	0,633	0,096	0,079	0,008	0,008	0,400	0,262	0,833	0,471	0,512	0,358	0,408	0,375	0,138	0,150	0,108	0,004	0,008	0,125	0,542	0,900	0,342	0,983	0,575	1,000	0,221	0,646	0,404	0,642	0,575	0,063	0,025	0,063	0,250	0,083	0,217	0,488	0,029	0,088	0,608	0,637	0,683	0,012		
18-08-11	0,075	0,033	0,100	0,087	0,017	0,046	0,167	0,171	0,371	0,242	0,679	0,092	0,075	0,004	0,013	0,400	0,258	0,854	0,487	0,538	0,367	0,504	0,400	0,138	0,183	0,258	0,054	0,146	0,175	0,500	1,492	0,458	1,325	0,700	1,237	0,267	0,742	0,479	0,950	0,821	0,079	0,029	0,104	0,271	0,087	0,267	0,462	0,042	0,142	0,629	0,713	0,792	0,013		
19-08-11	0,075	0,029	0,096	0,075	0,004	0,054	0,154	0,158	0,338	0,221	0,617	0,088	0,079	0,004	0,004	0,246	0,204	0,704	0,429	0,492	0,325	0,442	0,275	0,375	0,346	0,138	0,142	0,387	0,004	0,004	0,079	0,333	0,704	0,292	0,992	0,508	0,892	0,167	0,504	0,267	0,525	0,150	0,067	0,029	0,042	0,229	0,079	0,204	0,654	0,017	0,063	0,504	0,533	0,563	0,012
20-08-11	0,100	0,204	0,104	0,083	0,008	0,021	0,150	0,158	0,337	0,229	0,617	0,096	0,088	0,000	0,008	0,213	0,167	0,646	0,392	0,475	0,287	0,421	0,392	0,138	0,154	0,438	0,004	0,021	0,108	0,504	0,850	0,342	0,988	0,575	0,954	0,208	0,608	0,354	0,583	0,625	0,063	0,021	0,033	0,242	0,079	0,246	0,667	0,025	0,062	0,550	0,604	0,650	0,046		
21-08-11	0,088	0,042	0,108	0,104	0,004	0,033	0,137	0,150	0,221	0,217	0,596	0,104	0,079	0,012	0,008	0,179	0,142	0,604	0,363	0,458	0,279	0,396	0,362	0,138	0,142	0,379	0,004	0,013	0,104	0,442	0,788	0,317	0,979	0,525	0,962	0,183	0,558	0,325	0,558	0,150	0,058	0,025	0,033	0,233	0,079	0,217	0,546	0,021	0,063	0,521	0,558	0,608	0,071		
22-08-11	0,058	0,037	0,096	0,104	0,004	0,033	0,146	0,154	0,300	0,221	0,604	0,063	0,079	0,004	0,00																																								

APÊNDICE D – Leitura dos INA’s da Estação Adolfo Pinheiro

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
Data	CONTROLE DE NÍVEL D'ÁGUA - INA (m) - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 E 05) - Poços 1 a 36																																				
01-06-11	21,23	22,23	24,53	24,77	23,63	23,58	22,45	22,75	22,07	23,47	24,74		24,72	22,16	24,15	24,74	22,57	24,43	24,56	24,77	23,47	24,78	23,66	24,73	20,58	23,38	24,00	24,63	22,67	23,63	23,47	24,67		28,79	26,73		
02-06-11	21,13	22,17	24,39	24,79	23,54	23,96	22,45	22,75	21,76	23,32	24,51		24,81	22,27	24,26	24,81	22,33	24,27	24,43	24,69	23,54	24,39	23,47	24,59	20,58	23,47	23,79	24,71	22,16	23,47	23,29	24,33		28,64	26,64		
03-06-11	21,02	22,09	24,45	24,82	23,69	23,86	22,45	22,75	21,49	23,45	24,76		24,61	22,35	24,20	24,72	22,45	24,40	24,73	24,87	23,35	24,60	23,68	24,70	20,58	23,63	23,87	24,72	21,75	23,56	23,43	24,56		28,51	26,78		
04-06-11	21,10	22,26	24,32	24,76	23,79	23,73	22,45	22,75	21,73	23,59	24,87		24,81	22,45	24,15	24,70	23,00	24,36	24,56	24,73	23,48	24,32	23,77	24,57	20,88	23,49	24,50	24,40	21,63	23,71	23,58	24,61		28,73	26,58		
05-06-11	21,02	22,36	24,19	24,82	23,51	23,82	22,45	22,75	21,62	23,38	24,81		24,69	22,29	24,31	24,70	22,89	24,23	24,70	24,83	23,57	24,20	23,57	24,67	20,70	23,36	24,70	24,82	21,92	24,30	23,71	24,73		28,66	26,70		
06-06-11	21,09	22,27	24,36	24,62	23,70	23,67	22,45	22,75	21,87	23,73	24,71		24,77	22,43	24,19	24,70	22,59	24,37	24,48	24,64	23,42	24,75	23,37	24,82	21,00	23,41	24,75	24,61	21,70	24,21	23,54	24,44		28,77	26,59		
07-06-11	21,12	22,71	24,49	24,86	24,15	23,84	22,45	22,75	22,15	23,85	24,74		24,83	22,81	24,60	24,70	23,27	24,51	24,61	24,81	23,87	24,48	23,57	24,67	21,40	23,68	24,15	24,75	22,35	24,43	23,78	24,70		28,90	26,81		
08-06-11	21,16	23,05	24,63	24,82	24,36	24,15	22,45	22,75	22,76	24,00	24,65		24,72	23,07	24,39	24,70	23,67	24,46	24,78	24,77	24,07	24,80	23,87	24,72	21,87	23,87	24,37	24,81	22,93	24,50	24,37	24,60		28,76	26,69		
09-06-11	21,12	22,89	23,80	24,73	24,47	24,37	22,45	22,75	22,93	23,79	24,87		24,82	23,13	24,27	24,70	23,26	24,32	24,54	24,85	23,92	24,63	24,00	24,47	22,13	23,71	24,26	24,83	22,76	24,35	23,92	24,66		28,85	26,57		
10-06-11	21,34	22,59	24,07	24,69	24,63	24,53	22,45	22,75	23,10	24,00	24,75		24,63	23,24	24,40	24,86	23,60	24,23	24,42	24,71	24,17	24,42	23,78	24,38	22,31	23,86	24,38	24,57	22,89	18,00	23,71	24,56		28,67	26,69		
11-06-11	21,03	22,41	23,79	24,87	24,38	24,47	22,45	22,75	23,18	23,84	24,81		24,62	23,16	24,27	24,83	23,27	24,12	24,28	24,81	23,98	24,65	23,91	24,50	22,08	23,46	24,51	24,57	23,61	24,32	24,01	24,37		28,76	26,53		
12-06-11	21,00	22,51	23,56	24,72	24,23	24,70	22,45	22,40	23,41	24,07	24,63		24,82	23,09	24,16	24,87	23,41	24,35	24,45	24,63	24,13	24,47	24,07	24,71	21,93	23,72	24,82	24,81	23,89	24,70	24,17	24,56		28,88	26,77		
13-06-11	21,10	22,39	23,40	24,48	23,80	24,32	22,45	22,76	23,16	23,78	24,77		24,58	23,27	24,50	24,55	23,16	24,20	24,57	24,37	23,93	24,78	24,27	24,50	22,15	23,27	24,78	24,67	23,75	24,46	23,86	24,58		28,67	26,59		
14-06-11	21,06	22,63	23,57	24,64	23,47	23,35	23,15	22,56	23,50	23,58	24,85		24,74	23,12	24,36	24,28	23,38	24,38	24,76	24,78	24,16	24,56	24,41	24,36	22,37	23,16	24,83	24,61	23,64	24,35	23,50	24,46		28,83	26,69		
15-06-11	21,14	22,43	23,39	24,72	23,58	23,43	23,39	22,78	23,65	23,77	24,92		24,86	23,21	24,43	24,62	23,29	24,19	24,58	24,69	24,08	24,61	24,50	24,46	22,46	23,36	24,85	24,70	23,57	24,57	23,42	24,63		28,75	26,76		
16-06-11	21,16	22,63	23,71	24,83	23,72	23,71	23,18	23,10	23,47	23,92	26,74		25,36	23,37	24,23	24,43	22,60	24,00	24,42	24,45	23,86	24,43	24,36	24,58	22,63	23,20	24,75	24,77	27,80	24,42	23,27	24,72		28,70	26,53		
17-06-11	21,04	22,78	23,97	24,66	23,94	24,12	23,67	23,10	23,62	23,62	26,59		25,21	22,91	24,30	24,86	22,87	24,18	24,24	24,56	24,06	24,67	24,46	24,39	22,43	23,46	24,62	25,00	18,31	24,60	23,27	24,72		28,89	26,77		
18-06-11	21,02	22,48	24,18	24,46	24,08	24,21	23,45	23,18	23,38	23,78	24,85		24,76	23,10	24,46	24,67	22,71	24,09	24,42	24,39	24,17	24,49	24,69	24,72	22,29	23,32	24,57	24,87	23,64	24,71	23,37	24,57		28,65	26,87		
19-06-11	21,09	22,69	24,27	24,59	24,36	24,46	23,67	23,39	23,57	24,07	24,74		24,63	23,24	24,26	24,75	22,93	24,27	24,56	24,51	24,27	24,72	24,47	24,82	22,61	23,49	24,43	24,58	23,41	24,50	23,57	24,70		28,79	26,72		
20-06-11	21,13	22,48	24,41	24,43	24,17	24,19	23,46	23,57	23,39	23,80	24,81		24,84	23,47	24,13	24,50	22,66	24,08	24,36	24,63	24,09	24,50	24,23	24,47	22,73	23,00	24,23	24,73	23,56	24,32	23,72	24,60		28,62	26,57		
21-06-11	21,15	22,51	24,43	24,37	24,20	24,17	23,50	23,70	23,42	24,00	24,62		24,81	23,52	24,11	24,47	22,71	24,07	24,39	24,65	24,10	24,52	24,26	24,50	22,78	23,47	24,28	24,69	23,48	24,33	23,75	24,58		28,64	26,49		
22-06-11	21,76	22,76	24,33	24,60	23,87	24,07	23,34	23,42	23,27	23,72	24,65		24,79	23,29	24,22	24,26	22,96	23,80	24,26	24,47	23,85	24,43	24,10	24,35	22,93	22,90	24,16	24,56	23,43	24,16	23,59	24,37		28,79	26,72		
23-06-11	21,52	22,83	24,29	24,32	24,07	24,26	23,53	23,57	23,40	23,74	24,66		24,83	23,56	24,29	24,21	23,07	24,16	24,32	24,58	24,14	24,41	24,17	24,63	23,07	23,04	24,51	24,66	23,52	24,19	23,67	24,32		28,71	26,69		
24-06-11	21,68	23,07	24,17	24,79	24,00	24,30	23,51	23,05	23,13	23,55	24,70		24,83	23,10	24,10	24,50	23,01	24,00	24,40	24,63	23,74	24,26	23,78	24,05	23,15	23,10	24,38	24,70	23,63	24,30	23,32	24,58		28,89	26,55		
25-06-11	21,00	23,20	24,20	24,69	24,10	24,40	23,41	23,60	23,20	23,60	24,65		25,10	25,14	24,15	24,40	23,10	24,10	24,35	24,54	23,67	24,16	23,63	24,00	23,25	23,15	24,32	24,50	23,20	24,40	23,41	24,63		28,70	26,65		
26-06-11	21,35	23,13	23,86	24,51	23,93	24,47	23,27	23,50	23,07	23,46	24,56		24,70	23,35	23,91	24,27	23,17	23,89	24,23	24,59	23,86	24,37	23,52	23,36	24,32	23,47	24,26	24,32	23,44	24,41	23,25	24,50		28,58	26,79		
27-06-11	21,18	23,32	23,72	24,72	23,64	24,18	23,46	23,26	23,42	23,27	24,47		25,25	23,24	23,48	24,00	23,23	23,97	24,07	24,78	23,67	24,13	23,77	24,40	23,58	23,17	24,56	24,43	23,15	24,29	23,63	24,67		28,73	26,59		
28-06-11	21,47	23,67	23,97	24,42	23,52	24,46	23,26	23,57	23,67	23,48	24,69		24,81	23,08	23,71	24,37	23,57	24,12	24,36	24,56	23,78	24,28	23,96	24,26	23,42	23,49	24,29	24,32	23,10	24,48	23,38	24,55		28,64	26,73		
29-06-11	21,98	23,35	24,25	24,12	23,77	24,16	23,46	23,34	23,48	23,71	24,50		24,91	23,14	24,10	24,06	23,29	23,86	24,19	24,49	23,56	24,13	23,64	24,12	23,34	23,24	24,00	24,43	23,32	24,13	23,72	24,36		28,81	26,60		
30-06-11																																					

Nº Poço	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	Observação:
Data	CONTROLE DE NÍVEL D'ÁGUA - INA (m) - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 E 05) - Poços 36 a 54																			
01-06-11	26,61	21,59	23,62	21,59	22,97	24,37	23,78	21,47	22,19	22,49	24,33	22,53	23,38	22,13	24,69	23,45	21,53	24,45	24,00	Em 1/06 - PBSs 07, 08, 25, 47 e 48 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
02-06-11	26,37	21,47	23,74	21,32	22,78	24,23	24,12	21,35	22,36	22,61	24,16	22,53	22,38	22,34	24,83	23,54	21,64	24,25	23,79	Em 2/06 - PBSs 07, 08, 25, 47 e 48 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
03-06-11	26,53	21,32	23,53	21,29	22,71	24,12	23,97	21,73	22,45	21,74	24,07	22,53	22,38	22,46	24,76	23,54	21,32	24,09	23,55	Em 3/06 - PBSs 07, 08, 25, 47 e 48 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
04-06-11	26,64	21,41	23,56	21,47	22,40	24,27	24,22	21,87	22,37	21,74	23,88	22,53	23,65	22,09	24,53	23,54	21,43	24,27	23,44	Em 4/06 - PBSs 07, 08, 16, 45, 47 e 51 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
05-06-11	26,77	21,70	23,68	21,58	22,63	24,42	24,37	21,92	22,51	21,74	23,62	22,53	23,72	22,46	24,52	23,54	21,36	24,18	23,71	Em 5/06 - PBSs 07, 08, 16, 45, 47 e 51 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
06-06-11	26,70	21,57	23,51	21,77	22,21	24,23	24,46	21,76	22,31	21,74	24,13	22,53	23,65	22,16	24,82	23,80	21,57	24,33	23,77	Em 6/06 - PBSs 07, 08, 16, 45 e 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
07-06-11	26,72	22,15	23,83	22,10	22,61	24,43	24,77	22,20	22,43	21,74	24,06	22,70	23,78	22,67	24,66	24,17	21,82	24,50	24,00	Em 7/06 - PBSs 07, 08, 16 e 45 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
08-06-11	26,59	22,47	23,74	22,75	22,88	24,43	24,62	22,77	23,08	21,74	24,25	23,10	24,11	23,15	24,80	24,47	22,15	24,74	24,30	Em 8/06 - PBSs 07, 08, 16, 41 e 45 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
09-06-11	26,70	22,61	23,58	22,87	22,59	24,43	24,78	22,96	23,21	21,74	24,10	23,21	23,85	23,18	24,86	24,18	22,30	24,58	24,15	Em 9/06 - PBSs 07, 08, 16, 41 e 45 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
10-06-11	26,84	22,76	23,74	23,00	22,87	23,75	24,20	23,12	23,57	22,80	23,91	23,21	23,97	23,39	24,78	23,71	22,47	24,37	24,23	Em 10/06 - PBSs 07, 08 e 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
11-06-11	26,71	22,57	23,94	22,77	22,67	24,00	24,06	23,12	23,57	22,80	24,20	23,21	23,72	23,58	24,87	23,87	22,33	24,19	24,16	Em 10/06 - PBS 30 em manutenção
12-06-11	26,63	22,71	23,78	22,48	22,77	23,78	24,30	23,39	23,42	22,95	24,33	23,21	23,58	23,71	24,74	24,00	22,47	24,38	24,27	Em 11/06 - PBSs 07, 08 e 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
13-06-11	26,72	22,86	23,62	22,37	22,82	23,59	23,92	23,17	23,24	22,78	24,27	23,21	23,76	23,63	24,76	23,86	22,32	24,15	24,06	Em 11/06 - PBSs 28, 43, 44 e 45 impossibilitados de fazer leitura, devido a montagem da grua
14-06-11	26,83	23,41	23,83	22,23	22,67	23,78	23,47	23,36	23,16	22,86	24,12	23,21	23,86	23,52	24,64	23,48	22,47	24,00	23,87	Em 12/06 - PBSs 07 e 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
15-06-11	26,58	23,18	23,54	22,16	22,27	23,43	23,58	23,51	23,31	22,76	24,21	23,21	23,46	23,37	24,81	23,37	22,67	24,28	24,00	Em 13/06 - PBSs 07 e 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
16-06-11	26,47	23,70	23,54	21,97	22,46	23,67	23,38	23,42	23,15	22,47	23,62	23,21	23,59	23,20	25,30	23,58	22,75	24,00	23,75	Em 14/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro
17-06-11	26,42	23,46	23,54	22,16	22,27	23,88	23,47	23,21	22,86	23,58	23,86	23,21	23,80	23,00	25,50	23,72	23,07	24,16	23,93	Em 15/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro
18-06-11	26,49	23,21	23,86	22,36	22,46	23,96	23,27	23,11	22,93	23,73	23,63	23,21	23,57	22,76	24,72	23,58	23,00	23,86	24,06	Em 16/06 - PBSs 38 e 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
19-06-11	26,65	22,93	23,51	22,37	22,27	23,72	23,46	22,95	23,16	23,63	23,44	23,21	23,77	23,00	24,86	23,78	22,76	24,06	24,22	Em 16/06 - PBS 29 em observação
20-06-11	26,77	22,70	23,63	22,05	22,43	23,56	23,17	22,67	23,27	23,87	24,05	23,21	23,51	23,16	24,60	23,53	22,42	23,67	23,80	Em 16/06 - PBS 11 em observação
21-06-11	26,70	23,00	23,79	22,10	22,30	23,80	23,20	22,71	23,29	24,00	24,10	23,21	23,54	23,17	24,81	23,57	22,50	23,81	23,79	Em 17/06 - PBSs 08, 31, 32 e 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
22-06-11	26,57	23,35	23,59	22,43	22,63	23,40	23,12	23,07	23,18	23,79	23,79	23,21	23,39	23,35	24,86	23,42	22,87	23,62	23,92	Em 17/06 - PBS 45 em observação
23-06-11	26,62	23,39	23,94	22,67	22,61	23,45	23,34	23,12	23,21	23,94	24,02	23,21	23,78	23,34	24,78	23,63	22,95	23,78	24,10	Em 17/06 - PBS 29 em observação
24-06-11	26,72	24,10	23,87	22,81	22,97	23,27	23,26	23,16	23,25	23,58	23,90	23,21	23,47	23,47	24,36	23,32	22,91	23,40	24,17	Em 18/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro
25-06-11	26,80	23,41	23,54	22,70	22,85	23,36	23,30	23,20	23,30	23,51	23,95	23,21	23,57	23,39	24,25	23,20	22,81	24,48	24,25	Em 19/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro
26-06-11	26,63	23,89	23,54	23,05	23,12	23,70	23,42	23,32	24,10	23,40	23,10	23,21	23,29	23,32	24,10	23,40	23,10	23,86	24,07	Em 20/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro
27-06-11	26,73	23,72	23,54	22,88	23,00	23,78	23,82	23,59	23,19	23,52	23,90	23,21	23,57	23,12	24,31	23,90	23,47	24,12	23,75	Em 21/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro
28-06-11	26,58	23,58	23,41	23,00	22,78	24,00	24,06	23,36	23,11	23,25	24,15	23,21	23,72	23,38	24,11	24,27	23,26	23,91	23,67	Em 22/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro
29-06-11	26,69	23,81	23,67	22,83	23,06	23,73	24,16	23,26	23,41	23,51	23,89	23,21	23,56	23,71	23,76	24,12	23,14	23,72	23,48	Em 23/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro
30-06-11																				Em 24/06 - PBS 47 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Data	CONTROLE DE NÍVEL D'ÁGUA - INA (m) - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 E 05) - Poços 1 a 36																																			
01-07-11	22,88	23,32	24,17	24,32	23,82	24,10	23,63	23,33	23,16	23,64	24,63		24,88	23,12	24,51	23,80	23,27	23,89	24,39	24,12	23,77	24,14	23,29	24,48	23,35	23,30	24,12	24,38	22,89	24,27	23,78	24,63		28,76	26,57	
02-07-11	23,04	23,59	23,96	24,14	24,00	23,87	23,86	23,46	23,37	23,89	24,56		24,93	23,28	24,32	23,58	23,46	24,05	24,28	24,36	23,64	24,35	23,56	24,71	23,48	23,17	24,39	24,24	23,10	24,08	23,57	24,46		28,63	26,72	
03-07-11	23,17	23,72	24,07	24,37	23,73	23,95	23,75	23,37	23,24	24,05	24,75		24,89	23,45	24,18	23,43	23,59	24,21	24,12	24,23	23,71	24,27	23,69	24,57	23,27	23,42	24,56	24,40	23,02	24,18	23,72	24,33		28,85	26,87	
04-07-11	23,06	23,55	24,15	24,36	23,49	23,49	23,47	23,49	23,46	23,72	24,63		24,86	23,75	24,07	23,65	23,37	24,07	24,00	24,52	23,57	24,43	23,27	24,37	23,09	23,27	24,15	24,28	23,15	24,07	23,32	24,53		28,74	26,69	
05-07-11	23,24	23,36	24,00	24,54	24,18	23,32	23,24	23,32	23,57	23,47	24,87		24,72	23,19	24,35	24,15	23,19	23,86	24,38	24,34	23,36	24,23	23,53	23,87	23,39	23,48	23,93	24,12	23,36	24,32	23,48	24,71		28,86	26,78	
06-07-11	23,12	23,24	23,86	24,46	23,86	23,63	23,94	23,57	23,34	23,71	24,62		24,75	23,09	24,25	24,35	23,47	24,02	24,26	24,53	23,54	24,06	23,72	23,96	23,32	23,67	24,14	24,18	23,23	24,45	23,42	24,65		28,64	26,68	
07-07-11	23,16	23,14	23,63	24,71	23,52	23,42	23,59	23,36	23,17	23,48	24,75		24,65	23,19	24,16	23,87	23,31	23,92	24,42	24,39	23,68	23,82	23,46	24,10	23,44	23,42	24,00	24,47	23,13	24,31	23,63	24,43		28,74	26,78	
08-07-11	23,08	23,37	23,85	24,58	23,32	23,58	23,10	23,36	23,77	24,59	24,93		23,32	24,35	23,76	23,76	23,41	24,15	24,67	24,29	23,50	23,70	23,32	23,87	23,57	23,30	24,27	24,69	23,24	23,87	23,32	24,59		28,46	26,64	
09-07-11	23,18	23,43	23,90	24,42	23,41	23,67	23,49	23,19	23,44	23,85	24,68		24,82	23,40	24,41	23,62	23,50	24,26	24,76	24,40	23,61	23,60	23,41	23,93	23,66	23,40	24,37	24,70	23,34	23,72	23,41	24,62		28,54	26,57	
10-07-11	23,12	23,25	24,07	24,32	23,24	23,49	23,64	23,08	23,23	24,06	24,76		24,71	23,18	24,24	23,87	23,66	24,09	24,52	24,16	23,72	23,94	23,67	24,16	23,38	23,19	24,21	24,63	23,12	24,07	23,63	24,43		28,78	26,78	
11-07-11	23,26	23,32	23,89	24,08	23,36	23,32	23,47	23,15	23,42	23,85	24,62		24,87	23,12	24,10	24,00	23,42	24,32	24,31	24,61	23,59	23,61	23,86	24,00	23,57	23,12	23,75	24,88	23,24	23,89	23,46	24,67		28,67	26,63	
12-07-11	23,18	23,11	24,06	24,35	23,24	23,57	23,64	22,30	23,55	24,07	24,77		24,70	23,21	23,87	24,46	23,25	24,13	24,16	24,49	23,73	23,90	23,62	23,85	23,26	23,23	24,12	25,00	23,37	24,12	23,71	24,46		28,95	26,82	
13-07-11	23,11	23,23	23,84	24,50	23,39	23,70	23,36	23,07	23,32	23,86	24,86		24,63	23,13	23,71	24,26	23,43	23,95	24,07	24,27	23,56	24,13	23,79	24,09	23,47	23,35	24,23	24,78	23,41	24,32	23,58	24,72		28,84	26,67	
14-07-11	23,27	23,46	23,63	24,35	23,27	23,48	23,56	23,17	23,43	24,07	24,64		24,81	23,10	23,82	24,10	23,20	23,75	24,24	23,89	23,43	24,00	23,67	24,27	23,27	23,52	24,00	24,56	23,24	24,10	23,82	24,53		28,92	26,67	
15-07-11	23,37	23,36	23,58	24,25	23,27	23,57	23,66	23,11	23,52	24,20	24,55		24,71	23,20	23,70	24,20	23,30	23,68	24,16	23,80	23,52	24,10	23,59	24,36	23,50	23,62	24,05	24,46	23,34	24,20	23,58	24,66		28,86	26,67	
16-07-11	23,27	23,47	23,82	24,07	23,42	23,40	23,45	23,26	23,36	23,96	24,81		24,87	23,39	23,64	24,06	23,48	24,07	24,32	24,10	23,67	23,86	23,78	24,16	23,36	23,47	24,27	24,80	23,17	24,39	23,71	24,46		29,00	26,67	
17-07-11	23,34	23,56	23,75	24,00	23,56	23,37	23,54	23,31	23,46	23,85	24,72		24,72	23,48	23,72	24,36	23,51	24,15	24,40	24,21	23,71	23,72	23,85	24,29	23,45	23,41	24,30	24,71	23,26	24,18	23,80	24,59		28,93	26,67	
18-07-11	23,16	23,36	23,91	24,37	23,39	23,71	23,46	23,18	23,27	24,06	24,65		24,80	23,24	23,59	24,43	23,47	24,26	24,54	24,36	24,10	23,97	23,58	24,10	23,27	23,36	24,18	24,77	23,13	24,32	23,65	24,46		28,86	26,67	
19-07-11	23,07	23,57	23,73	24,75	23,54	23,58	23,70	23,10	23,57	23,79	24,86		24,63	23,42	23,67	24,10	23,26	24,36	24,37	24,78	23,94	24,36	23,79	24,41	23,46	23,22	24,08	24,82	23,45	24,20	23,47	24,61		29,00	26,67	
20-07-11	23,17	23,32	23,86	24,56	23,78	23,94	23,57	23,39	23,72	23,47	24,59		24,87	23,17	23,96	24,27	23,57	24,47	24,21	24,53	24,21	24,12	23,97	24,23	23,46	23,13	24,35	24,67	23,27	24,47	23,17	24,79		28,76	26,67	
21-07-11	23,28	23,71	23,57	24,72	23,36	23,73	23,39	23,56	23,36	24,00	24,73		24,64	23,29	24,15	24,41	23,38	24,22	24,50	24,36	23,82	24,22	23,60	24,55	23,46	23,31	24,16	24,76	23,07	24,28	23,32	24,42		28,87	26,67	
22-07-11	23,13	23,52	24,00	24,38	23,17	23,86	23,72	23,24	23,53	23,73	24,87		24,77	23,08	23,86	24,13	23,30	24,06	24,36	24,62	24,02	24,37	24,07	24,36	23,46	23,19	24,57	24,56	23,16	24,47	23,56	24,63		28,94	26,67	
23-07-11	23,02	23,82	24,00	24,50	23,29	24,00	23,47	23,59	23,75	24,17	24,96		24,61	23,29	24,00	23,85	23,56	24,31	24,56	24,35	23,78	24,51	23,86	24,13	23,46	23,43	24,26	24,69	23,32	24,24	23,72	24,35		29,17	26,67	
24-07-11	23,24	24,00	24,00	24,69	23,56	23,77	23,59	23,38	23,26	23,89	24,69		24,86	23,14	23,72	24,02	23,43	24,42	24,29	24,49	23,89	24,16	23,94	24,47	23,46	23,32	24,43	24,38	23,44	24,37	23,96	24,57		28,76	26,67	
25-07-11	23,16	23,73	24,37	24,36	23,63	23,82	23,78	23,47	23,58	23,95	24,67		24,47	23,21	23,89	24,37	23,67	24,16	24,48	24,20	23,57	24,34	23,57	24,36	23,57	23,57	24,08	24,71	23,57	24,61	23,61	24,41		29,00	26,70	
26-07-11																																				
27-07-11																																				
28-07-11																																				
29-07-11																																				
30-07-11																																				
31-07-11																																				

Nº Poço	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	Observação:
Data	CONTROLE DE NÍVEL D'ÁGUA - INA (m) - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 E 05) - Poços 36 a 54																			
01-07-11	26,63	23,46	23,77	23,24	23,07	24,12	24,15	23,42	23,32	23,67	23,56	23,21	23,70	23,29	24,37	23,56	23,12	23,57	23,82	Em 01/07 - PBS 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 02/07 - PBS 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 03/07 - PBS 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 04/07 - PBS 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 04/07 - PBS 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 04/07 - PBS 47 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 14/07 - PBS 35 coberto com barro Em 15/07 - PBS 35 coberto com barro Em 16/07 - PBS 35 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 17/07 - PBS 35 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 18/07 - PBS 35 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 19/07 - PBS 35 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 19/07 - PBS 52 em manutenção Em 20/07 - PBS 35 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 20/07 - PBS 25 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por chapa de ferro Em 21/07 - PBS 35 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 21/07 - PBS 25 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por chapa de ferro Em 22/07 - PBS 35 impossibilitados de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por barro Em 22/07 - PBS 25 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por chapa de ferro Em 23/07 - PBS's 03, 25 e 35 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro Em 24/07 - PBS's 03, 25 e 35 impossibilitados de fazer leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
02-07-11	26,79	23,71	23,52	23,13	22,91	23,89	23,92	23,17	23,14	23,46	23,72	23,21	23,59	23,45	24,67	23,77	23,17	23,87	23,72	
03-07-11	26,63	23,58	23,69	23,27	23,13	23,62	23,63	23,07	23,39	23,21	23,64	23,21	23,46	23,32	24,86	24,06	23,07	24,07	23,87	
04-07-11	26,54	23,35	23,47	23,13	22,89	23,46	23,86	23,15	23,27	23,61	23,45	23,21	23,36	23,17	24,10	23,83	23,12	23,63	23,86	
05-07-11	26,71	23,47	23,71	23,21	23,17	23,78	23,65	23,00	23,14	23,49	23,64	23,15	23,25	23,05	24,38	23,59	23,24	23,86	23,59	
06-07-11	26,59	23,64	23,55	23,07	22,96	23,62	23,44	23,19	23,26	23,29	23,92	23,46	23,61	23,18	24,21	23,35	23,12	23,75	24,00	
07-07-11	26,66	23,44	23,52	23,14	23,11	23,46	23,29	23,08	23,42	23,56	23,75	23,23	23,45	23,35	24,36	23,52	23,22	23,62	23,79	
08-07-11	26,46	23,57	23,66	23,06	23,31	23,27	23,16	23,19	23,29	23,74	24,00	23,36	23,69	23,47	24,50	23,39	23,39	23,45	23,63	
09-07-11	26,56	23,42	23,64	23,16	23,40	23,38	23,26	23,28	23,36	23,38	24,10	23,43	23,76	23,56	24,42	23,45	23,49	23,51	23,50	
10-07-11	26,64	23,35	23,81	23,10	23,27	23,54	23,39	23,42	23,16	23,89	23,84	23,58	23,48	23,62	24,26	23,32	23,28	23,87	23,76	
11-07-11	26,51	23,47	23,59	23,23	23,07	23,36	23,61	23,22	23,34	23,62	23,69	23,36	23,27	23,52	24,07	23,47	23,14	23,63	23,88	
12-07-11	26,71	23,40	23,65	23,10	23,21	23,64	23,42	23,09	23,42	23,79	23,91	23,13	23,49	23,36	24,60	23,29	23,27	23,47	23,71	
13-07-11	26,57	23,36	23,72	23,24	23,46	23,55	23,67	23,32	23,26	23,61	24,17	23,06	23,32	23,46	24,42	23,47	23,41	23,67	23,86	
14-07-11	26,71	23,87	23,68	23,07	23,29	23,72	23,86	23,19	23,17	23,49	23,96	23,17	23,50	23,24	24,70	23,27	23,24	23,48	23,72	
15-07-11	26,88	23,37	23,80	23,17	23,39	23,60	23,78	23,29	23,27	23,59	23,87	23,31	23,42	23,34	24,60	23,37	23,34	23,58	23,80	
16-07-11	26,62	23,62	23,74	23,11	23,24	23,47	23,62	23,13	23,36	23,43	23,72	23,24	23,31	23,42	24,75	23,54	23,46	23,83	23,68	
17-07-11	26,70	23,51	23,69	23,23	23,33	23,56	23,77	23,25	23,43	23,52	23,80	23,36	23,38	23,56	24,85	23,60	23,56	23,74	23,72	
18-07-11	26,57	23,87	23,72	23,15	23,44	23,44	23,57	23,24	23,34	23,31	23,62	23,16	23,76	23,32	24,87	23,59	23,37	23,66	23,57	
19-07-11	26,72	23,67	23,80	23,24	23,19	23,78	23,72	23,35	23,63	23,47	23,48	23,36	23,47	23,47	24,63	23,37	19,80	23,84	23,77	
20-07-11	26,45	24,00	23,78	23,09	23,32	23,65	23,42	23,13	23,46	23,19	23,54	23,46	23,62	23,14	24,51	23,72	23,58	24,12	23,96	
21-07-11	26,60	23,85	23,76	23,37	23,46	23,37	23,63	23,41	23,28	23,75	23,27	23,16	23,51	23,31	24,36	23,56	23,36	23,75	24,08	
22-07-11	26,79	24,17	23,85	23,18	23,22	23,72	23,32	23,25	23,16	23,51	23,76	23,32	23,33	23,56	24,67	23,43	23,26	23,94	23,84	
23-07-11	26,54	24,51	23,69	23,36	23,47	23,54	23,46	23,09	23,33	23,76	23,54	23,66	23,58	23,33	23,43	23,67	23,42	23,68	24,06	
24-07-11	26,66	24,26	23,41	23,47	23,33	23,68	23,69	23,27	23,10	23,59	23,87	23,42	23,45	23,16	24,58	23,35	23,35	23,57	24,21	
25-07-11	26,80	24,63	23,57	23,23	23,22	23,35	23,58	23,16	23,47	23,36	23,69	23,54	23,52	23,44	24,73	23,46	23,48	23,86	24,06	
26-07-11																				
27-07-11																				
28-07-11																				
29-07-11																				
30-07-11																				
31-07-11																				

Nº Poço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Data	CONTROLE DE NÍVEL D'ÁGUA - INA (m) - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 E 05) - Poços 1 a 36																																		
01-08-11	23,12	23,88	24,23	24,35	24,16	23,59	23,46	23,41	23,35	23,76	24,72		24,36	23,43	24,17	23,77	23,35	24,10	24,42	24,50	23,71	24,34	23,69	24,32	23,27	23,23	23,89	24,35	23,23	24,39	23,73	24,49		29,23	26,64
02-08-11	23,20	23,71	24,01	24,50	24,36	23,30	23,23	23,58	23,57	23,60	24,57		24,62	23,23	23,80	24,20	23,46	24,42	24,27	24,30	24,00	24,12	23,42	24,10	23,46	23,36	24,35	24,49	23,39	24,16	23,63	24,32		28,93	26,47
03-08-11	23,32	24,12	23,86	24,26	24,10	23,72	23,61	23,27	23,86	24,00	24,66		24,86	23,14	24,07	24,46	23,19	23,27	24,62	24,41	23,80	23,85	23,67	23,89	23,59	23,51	24,16	24,60	23,16	24,27	23,76	24,67		29,06	26,75
04-08-11	23,17	23,81	24,13	24,46	23,86	24,07	23,95	23,10	23,59	23,79	24,89		24,56	23,35	23,86	24,20	23,37	23,90	24,43	24,57	23,69	24,26	23,54	24,14	23,37	23,24	24,39	24,35	23,35	24,02	23,56	24,23		29,26	27,00
05-08-11	23,09	24,02	24,37	24,33	24,60	24,26	23,60	23,33	23,36	24,06	24,65		24,78	23,26	24,00	24,37	23,18	24,10	24,60	24,21	23,87	24,41	23,41	24,42	23,47	23,32	24,47	24,56	23,46	24,37	23,63	24,46		28,93	27,26
06-08-11	23,39	23,72	24,00	24,57	24,41	24,00	23,78	23,49	23,18	23,61	24,77		24,59	23,46	24,17	24,40	23,45	24,32	24,32	24,32	24,47	23,74	23,63	24,42	23,47	23,56	24,58	24,36	23,17	24,24	23,21	24,72		29,13	27,16
07-08-11	23,25	23,94	23,76	24,41	24,29	23,86	23,55	23,24	23,47	23,82	24,96		24,67	23,34	23,96	24,16	23,31	24,06	24,47	24,12	24,02	24,33	23,87	24,12	23,47	23,37	24,72	24,50	23,29	24,06	23,41	24,68		29,02	26,93
08-08-11	23,14	23,62	23,89	24,61	24,10	23,57	23,96	23,35	23,27	24,07	24,72		24,86	23,18	23,81	24,23	23,49	23,88	24,18	24,50	23,89	24,50	24,00	24,25	23,47	23,45	24,55	24,69	23,17	23,81	23,57	24,77		29,00	27,08
09-08-11	23,07	23,46	24,16	24,27	23,85	23,89	24,16	23,49	23,51	23,91	24,85		24,59	23,46	24,06	24,43	23,39	23,98	24,57	24,35	23,72	24,30	23,87	24,00	23,47	23,57	24,66	24,44	23,24	24,27	23,36	23,60		29,26	26,89
10-08-11	23,35	23,26	23,93	23,86	23,62	24,12	23,92	23,67	23,30	24,13	24,63		24,74	23,29	24,16	24,18	23,54	24,23	24,31	24,23	23,59	24,07	24,12	24,26	23,47	23,32	24,43	24,61	23,41	24,06	23,47	24,61		29,06	27,03
11-08-11	23,16	23,43	23,22	24,08	23,87	24,07	24,07	23,32	23,19	23,76	24,56		24,56	23,41	23,96	24,31	23,24	24,03	24,41	24,41	23,65	23,79	23,60	24,02	23,47	23,17	23,70	24,47	23,32	24,39	23,27	24,51		29,19	26,87
12-08-11	23,27	23,51	24,00	24,20	23,69	23,70	23,78	23,47	23,42	24,01	24,71		24,69	23,18	24,03	24,06	23,37	23,89	24,16	24,32	23,73	23,96	23,89	24,18	23,47	23,46	24,19	24,30	23,24	24,27	23,10	24,37		29,26	27,00
13-08-11	23,02	23,20	23,81	23,97	23,31	24,41	23,50	23,21	23,20	23,95	24,50		24,41	23,05	24,17	24,18	23,55	23,51	23,92	24,01	23,51	23,57	23,71	24,26	23,47	23,19	24,27	24,15	23,62	23,98	24,49	24,51		29,02	27,29
14-08-11	23,17	23,37	23,70	24,09	23,44	23,60	24,00	23,33	23,45	24,17	24,61		24,55	23,27	23,91	24,00	23,45	23,69	24,05	24,46	23,67	23,71	24,00	24,09	23,47	23,32	24,35	24,41	23,38	24,18	23,40	24,59		29,17	27,05
15-08-11	23,24	23,56	24,00	24,35	23,18	23,90	23,78	23,10	23,31	23,71	24,79		24,77	23,07	24,00	24,35	23,67	23,89	24,30	24,23	23,82	23,88	23,89	24,50	23,47	23,12	24,43	24,27	23,57	24,08	23,62	24,67		28,95	26,80
16-08-11	23,12	23,45	24,55	24,28	23,54	24,15	24,02	23,27	23,51	23,47	24,63		24,45	23,29	24,17	24,14	23,47	24,00	24,16	24,47	23,59	23,50	23,55	24,26	23,47	23,32	24,12	24,61	23,43	24,21	23,52	24,39		29,28	27,01
17-08-11	23,18	23,64	24,28	24,06	23,67	24,06	23,86	23,15	23,26	23,88	24,81		24,61	23,16	23,89	24,23	23,26	24,23	24,40	24,16	23,46	24,06	23,69	24,12	23,47	23,19	24,24	24,38	23,21	24,00	23,39	24,57		29,07	27,16
18-08-11	23,11	23,43	24,60	24,25	23,56	24,18	23,13	23,29	23,41	23,44	24,65		24,44	23,31	23,32	24,11	23,51	24,08	24,13	24,49	23,64	24,21	23,53	24,21	23,47	23,40	24,10	24,58	23,48	24,17	23,60	24,35		29,25	27,31
19-08-11	23,27	23,29	24,17	24,12	23,71	23,93	23,57	23,41	23,27	23,96	24,72		24,78	23,24	23,44	24,07	23,32	24,27	24,29	24,25	23,87	23,91	23,86	24,27	23,47	23,29	24,35	24,13	23,00	24,29	23,45	24,53		29,30	27,80
20-08-11	23,19	23,15	24,32	24,37	24,00	24,16	23,76	23,21	23,46	24,13	24,86		24,53	23,47	23,44	23,90	23,51	24,39	24,49	24,12	24,12	24,27	23,97	24,09	23,47	23,47	24,47	24,00	23,21	24,21	23,27	24,27		29,46	28,00
21-08-11	23,13	23,68	24,40	24,36	23,51	24,07	23,60	23,27	23,37	24,00	24,77		24,47	23,41	24,37	24,10	23,42	24,33	24,31	24,26	23,54	24,13	23,87	24,46	23,47	23,19	24,41	24,19	23,47	24,26	23,32	24,21		29,31	27,55
22-08-11	23,31	23,54	24,07	24,11	23,78	24,31	24,02	23,41	23,22	23,87	24,63		24,69	23,24	24,00	23,72	23,32	24,19	24,13	24,47	23,86	23,98	24,16	24,32	23,47	23,35	24,28	24,32	23,38	24,39	23,55	24,13		29,60	27,76
23-08-11	23,26	23,81	24,00	24,26	23,36	24,19	23,79	23,51	23,46	23,78	24,59		24,68	23,20	24,23	24,26	23,24	24,10	24,13	24,59	23,97	24,36	24,02	24,23	23,47	23,46	24,59	24,49	23,29	24,46	23,56	24,00		29,00	27,76
24-08-11	23,35	23,70	23,86	24,37	23,86	24,31	23,96	23,26	23,56	23,96	24,69		24,86	23,34	24,00	23,96	23,35	24,46	24,35	24,26	23,61	24,12	23,78	24,40	23,47	23,24	24,36	24,29	23,46	24,17	23,76	23,86		29,19	27,89
25-08-11	23,19	23,87	24,00	24,16	24,21	24,00	23,67	23,39	23,32	24,17	24,59		24,59	23,41	24,23	24,13	23,71	24,16	24,09	24,43	23,47	23,87	24,01	24,14	23,47	23,57	24,41	24,46	23,13	24,36	23,62	24,12		29,37	28,10
26-08-11	23,34	23,73	24,19	24,36	24,27	24,18	23,87	23,51	23,54	23,76	24,78		24,87	23,19	24,13	24,37	23,89	23,91	24,37	24,19	23,86	24,10	23,85	24,21	23,47	23,38	24,18	24,21	23,47	24,40	23,42	23,86		29,02	28,35
27-08-11	23,19	23,51	23,93	24,05	23,95	24,37	24,11	23,83	23,26	23,60	24,51		24,41	23,47	24,00	24,19	24,15	24,13	24,03	24,29	23,72	23,95	24,07	24,01	23,47	23,59	23,91	24,03	23,20	24,05	23,64	23,37		29,20	28,02
28-08-11	23,35	23,18	24,15	24,27	24,35	24,02	24,37	23,71	23,67	23,18	24,39		24,12	23,20	24,17	24,27	24,03	23,96	24,27	24,29	23,20	23,79	24,29	24,32	23,47	23,96	24,17	24,29	23,43	23,97	23,81	23,59		29,07	27,89
29-08-11	23,24	23,50	24,00	24,43	24,12	24,21	24,10	23,57	23,49	23,77	24,67		24,37	23,48	24,27	24,00	23,70	23,76	24,07	24,06	23,25	23,97	24,06	24,13	23,47	23,61	24,36	24,13	23,32	24,20	23,67	23,91		29,32	28,06
30-08-11	23,39	23,68	23,66	24,24	24,67	24,42	23,88	23,36	23,27	24,00	24,88		24,69	23,24	24,13	23,87	23,91	23,57	24,42	24,37	23,79	24,16	23,87	23,98	23,47	23,38	24,43	24,35	23,10	24,00	23,50	24,07		29,00	28,37
31-08-11	23,39	23,68	23,66	24,24	24,67	24,42	23,88	23,36	23,27	24,00	24,88		24,69	23,24	24,13	23,87	23,91	23,57	24,42	24,37	23,79	24,16	23,87	23,98	23,47	23,38	24,43	24,35	23,10	24,00	23,50	24,07		29,00	28,37
Média	22,5	23,2	24,0	24,4	23,8	23,9	23,6	23,3	23,3	23,8	24,8		24,7	23,2	24,1	24,2	23,3	24,1	24,4	24,4	23,8	24,2	23,8	24,3	23,0	23,4	24,3	24,5	23,2	24,2	23,6	24,5		28,9	27,0

Nº Poço	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Data	CONTROLE DE NÍVEL D'ÁGUA - INA (m) - ESTAÇÃO POÇOS (01, 02, 03, 04 E 05) - Poços 36 a 54																			
01-08-11	26,54	24,26	23,61	23,16	23,35	23,62	23,47	23,38	23,27	23,86	23,76	23,62	23,62	23,46	24,37	23,96	23,39	23,78	24,03	
02-08-11	26,42	24,10	23,58	23,47	23,49	23,47	23,33	23,22	23,46	24,00	23,92	23,87	23,47	23,24	24,10	23,62	23,31	23,61	23,76	
03-08-11	26,69	23,89	23,65	23,24	23,30	23,67	23,13	23,46	23,61	23,75	24,10	23,21	23,72	23,31	24,30	23,46	23,10	23,90	23,62	
04-08-11	26,54	24,17	23,73	23,32	23,56	23,31	23,46	23,15	23,25	23,91	23,87	23,57	23,44	23,39	24,10	23,71	23,41	23,71	23,89	
05-08-11	26,69	24,42	23,67	23,45	23,17	23,49	23,24	23,29	23,43	23,65	24,00	23,34	23,64	23,57	24,52	23,45	23,54	24,02	23,61	
06-08-11	26,49	24,60	25,37	23,19	23,37	23,21	23,11	23,47	23,67	23,80	24,22	23,24	23,36	23,27	24,35	23,62	23,27	23,72	24,00	
07-08-11	26,62	24,51	23,61	23,34	23,46	23,52	23,39	23,35	23,39	24,00	23,94	23,10	23,57	23,45	24,67	23,78	23,43	23,95	23,77	
08-08-11	26,43	24,32	23,73	23,49	23,20	23,36	23,67	23,25	23,27	23,76	24,15	23,37	23,31	23,58	24,43	23,89	23,18	23,67	23,92	
09-08-11	26,71	24,50	23,68	23,24	23,35	23,51	23,48	23,39	23,16	23,54	24,06	23,47	23,48	23,32	24,69	23,63	23,27	23,78	24,02	
10-08-11	26,37	24,63	23,75	23,12	23,49	23,24	23,27	23,18	23,57	23,47	23,67	23,47	23,48	23,49	24,54	23,48	23,36	24,00	23,79	
11-08-11	26,56	24,32	23,55	23,41	23,21	23,45	23,43	23,49	23,37	23,67	23,00	23,47	23,48	23,24	24,67	23,32	23,14	23,85	23,61	
12-08-11	26,69	23,86	23,67	23,19	23,41	23,36	23,33	23,27	23,43	23,51	23,78	23,47	23,48	23,27	24,39	23,25	23,25	23,63	23,27	
13-08-11	26,80	23,51	23,70	23,05	23,21	23,59	23,62	23,21	23,18	23,30	23,41	23,47	23,48	23,07	24,05	23,77	23,11	23,27	23,11	
14-08-11	26,52	24,20	23,65	23,29	23,31	23,47	23,41	23,39	23,34	23,40	23,59	23,47	23,48	23,18	24,61	23,50	23,47	23,72	23,57	
15-08-11	26,68	24,00	23,59	23,16	23,43	23,32	23,57	23,52	23,60	23,17	24,00	23,47	23,48	23,47	24,42	23,37	23,30	23,55	23,71	
16-08-11	26,50	24,30	23,73	23,37	23,29	23,51	23,39	23,34	23,49	23,55	24,32	23,47	23,48	23,32	24,63	23,56	23,41	23,78	23,50	
17-08-11	26,36	24,10	23,68	23,72	23,52	23,39	23,67	23,19	23,36	23,47	23,86	23,17	23,56	23,26	24,86	23,37	23,55	23,67	23,41	
18-08-11	26,53	24,40	23,76	23,51	23,38	23,54	23,48	23,32	23,47	23,60	23,41	23,08	23,39	23,36	24,58	23,59	23,49	23,73	23,58	
19-08-11	26,46	24,16	23,59	23,37	23,45	23,51	23,33	23,47	23,24	23,34	23,72	23,26	23,42	23,47	24,73	23,49	23,31	23,53	23,79	
20-08-11	26,67	24,37	23,55	23,45	23,66	23,29	23,51	23,25	23,39	23,63	24,00	23,37	23,21	23,30	23,54	23,64	23,46	23,69	23,87	
21-08-11	26,66	24,07	23,68	23,43	23,24	23,26	23,57	23,19	23,70	23,63	24,15	23,25	23,59	23,19	24,63	23,86	23,46	23,41	23,77	
22-08-11	26,47	24,14	23,57	23,61	23,44	23,46	23,34	23,41	23,18	23,49	24,23	23,48	23,47	23,42	24,84	23,36	23,29	23,58	24,00	
23-08-11	26,39	23,89	23,63	23,24	23,52	23,67	23,32	23,41	23,88	23,50	24,27	23,42	23,37	23,56	24,77	24,00	23,28	23,76	23,62	
24-08-11	26,57	24,27	23,58	23,39	23,35	23,46	23,48	23,56	23,72	23,96	24,10	23,10	23,21	23,31	24,50	24,30	23,41	23,67	23,87	
25-08-11	26,71	24,40	23,71	23,57	23,21	23,63	23,71	23,36	23,59	23,71	23,86	23,41	23,48	23,46	24,71	24,18	23,19	23,86	24,00	
26-08-11	26,56	24,16	23,65	23,32	23,42	23,39	23,53	23,18	23,73	23,96	24,06	23,56	23,29	23,67	24,89	24,30	23,47	24,02	23,77	
27-08-11	26,76	23,98	23,61	23,55	23,68	23,51	23,79	23,41	23,50	24,15	23,87	23,89	23,41	23,51	24,53	24,02	24,01	24,25	23,58	
28-08-11	26,91	24,09	23,57	23,42	23,85	23,27	23,95	23,87	23,62	24,36	23,60	23,55	23,69	23,77	24,22	24,21	24,25	23,70	23,87	
29-08-11	26,67	24,27	23,58	23,56	23,58	23,49	23,66	23,48	23,76	23,86	24,00	23,42	23,53	23,48	24,69	24,09	23,86	23,76	23,61	
30-08-11	26,42	24,09	23,65	23,27	23,74	23,72	23,47	23,61	23,65	23,57	23,79	23,17	23,67	23,32	24,87	24,23	23,61	23,66	23,87	
31-08-11	26,42	24,09	23,65	23,27	23,74	23,72	23,47	23,61	23,65	23,57	23,79	23,17	23,67	23,32	24,87	24,23	23,61	23,66	23,87	
Média	26,6	23,6	23,7	22,9	23,1	23,6	23,6	23,1	23,3	23,5	23,9	23,3	23,5	23,3	24,6	23,7	23,0	23,9	23,8	24,0

Observação:

De 10/08 à 24/08 PBS 25 impossibilitado de fazer leitura, pois o mesmo encontra-se coberto por chapa de aço
De 10/8 à 16/08 PBS 47 e 48 impossibilitado de fazer a leitura, pois os mesmos encontram-se cobertos por barro
Em 20/08 PBS 15 impossibilitado de fazer leitura, pois os mesmos se encontram cobertos por chapa de ferro
Em 31/08 Devido a forte chuva, não foi possível colher as leituras

APÊNDICE E – Memorial de cálculo das vazões do PVSE Delmiro Sampaio

B.1.1: Aquífero livre totalmente penetrante

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	12
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cota do topo do poço (m)	EL	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1
Cota da camada impermeável (m)	EL	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1
Cota do NÁ (m)	EL	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r eq =	6,5
-------------------------------	--------	-----

Altura do NA, em relação a camada imperm. (m)	H =	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	0,73	0,77	0,75	0,75	0,73	0,76	0,61	0,67	0,62	0,63	0,63	1,66	36,97	4,66	36,97	36,97	5,36

Desnível a ser rebaidado (m)	Δh =	32,43	32,38	32,41	32,40	32,42	32,40	32,54	32,49	32,54	32,53	32,53	31,50					
------------------------------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																
Raio de influência (m)		R =	307,64	307,22	307,43	307,40	307,60	307,35	308,73	308,24	308,68	308,61	308,57	298,82					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	8,950E-03	8,953E-03	8,951E-03	8,952E-03	8,950E-03	8,952E-03	8,948E-03	8,944E-03	8,944E-03	8,944E-03	8,944E-03	9,000E-03					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	7,458E-04	7,461E-04	7,460E-04	7,460E-04	7,459E-04	7,460E-04	7,453E-04	7,455E-04	7,453E-04	7,453E-04	7,454E-04	7,500E-04					
	m³/h	Qp =	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,68	2,68	2,68	2,68	2,70						

média	2,69
máx	2,70
mín	2,68

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-06																
Raio de influência (m)		R =	97,28	97,15	97,22	97,21	97,27	97,19	97,63	97,47	97,61	97,59	97,58	94,49					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,276E-03	1,276E-03	1,276E-03	1,276E-03	1,276E-03	1,276E-03	1,274E-03	1,275E-03	1,274E-03	1,275E-03	1,275E-03	1,287E-03					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,063E-04	1,064E-04	1,063E-04	1,063E-04	1,063E-04	1,064E-04	1,062E-04	1,063E-04	1,062E-04	1,062E-04	1,062E-04	1,073E-04					
	m³/h	Qp =	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39						

média	0,38
máx	0,39
mín	0,38

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-07																
Raio de influência (m)		R =	30,76	30,72	30,74	30,74	30,76	30,74	30,87	30,82	30,87	30,86	30,86	29,88					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,221E-04	2,223E-04	2,222E-04	2,222E-04	2,221E-04	2,222E-04	2,216E-04	2,218E-04	2,216E-04	2,216E-04	2,217E-04	2,258E-04					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,851E-05	1,852E-05	1,851E-05	1,851E-05	1,851E-05	1,852E-05	1,847E-05	1,848E-05	1,847E-05	1,847E-05	1,847E-05	1,882E-05					
	m³/h	Qp =	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07						

média	0,07
máx	0,07
mín	0,07

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-08															
Raio de influência (m)		Ri =	9,73	9,72	9,72	9,72	9,73	9,72	9,76	9,75	9,76	9,76	9,76	9,45				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	8,561E-05	8,590E-05	8,575E-05	8,577E-05	8,564E-05	8,581E-05	8,488E-05	8,521E-05	8,491E-05	8,496E-05	8,498E-05	9,208E-05				
Vazão por poço	m³/s	Qp=	7,134E-06	7,158E-06	7,146E-06	7,148E-06	7,136E-06	7,150E-06	7,073E-06	7,100E-06	7,076E-06	7,080E-06	7,082E-06	7,673E-06				
	m³/h	Qp=	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				

média	0,03
máx	0,03
mín	0,03

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,74E-07															
Raio de influência (m)		Ri =	40,58	40,52	40,55	40,55	40,57	40,54	40,72	40,66	40,72	40,71	40,70	39,42				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	3,280E-04	3,282E-04	3,281E-04	3,281E-04	3,280E-04	3,281E-04	3,274E-04	3,277E-04	3,274E-04	3,275E-04	3,275E-04	3,326E-04				
Vazão por poço	m³/s	Qp=	2,733E-05	2,735E-05	2,734E-05	2,734E-05	2,733E-05	2,734E-05	2,728E-05	2,730E-05	2,728E-05	2,729E-05	2,729E-05	2,772E-05				
	m³/h	Qp=	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				

média	0,10
máx	0,10
mín	0,10

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	8,90E-08															
Raio de influência (m)		Ri =	29,02	28,98	29,00	29,00	29,02	29,00	29,13	29,08	29,12	29,11	29,11	28,19				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,053E-04	2,055E-04	2,054E-04	2,054E-04	2,054E-04	2,055E-04	2,049E-04	2,051E-04	2,049E-04	2,049E-04	2,050E-04	2,090E-04				
Vazão por poço	m³/s	Qp=	1,711E-05	1,713E-05	1,712E-05	1,712E-05	1,711E-05	1,712E-05	1,707E-05	1,709E-05	1,708E-05	1,708E-05	1,708E-05	1,742E-05				
	m³/h	Qp=	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06				

média	0,06
máx	0,06
mín	0,06

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-05	2,6857	2,7000	2,6830
1,00E-06	0,3829	0,3861	0,3823
1,00E-07	0,0667	0,0678	0,0665
1,00E-08	0,0258	0,0276	0,0255
k1 e k2	diminuindo	-85,7%	
	aumentando	601,4%	
k2 e k3	diminuindo	-82,6%	
	aumentando	474,3%	
k3 e k4	diminuindo	-61,3%	
	aumentando	158,6%	
1,74E-07	0,0985	0,0998	0,0982
8,90E-08	0,0617	0,0627	0,0615

B.1.2: Aquífero livre parcialmente penetrante

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	12
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cota do topo do poço (m)	EL.	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1
Cota da camada impermeável (m)	EL.	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1
Cota do fundo do poço	EL.	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1
Cota do NA (m)	EL.	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r eq =	6,5
Distância do fundo do poço à camada impermeável	s =	4
Altura do NA dentro do poço	t =	hw

Fator de correção	*	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	4,73	4,77	4,75	4,75	4,73	4,76	4,61	4,67	4,62	4,63	4,63	5,66	40,97	8,66	40,97	40,97	9,36
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	32,43	32,38	32,41	32,40	32,42	32,40	32,54	32,49	32,54	32,53	32,53	31,50					

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																
Raio de influência (m)		R =	307,64	307,22	307,43	307,40	307,60	307,35	308,73	308,24	308,68	308,61	308,57	298,82					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,223E-02	1,223E-02	1,223E-02	1,223E-02	1,223E-02	1,223E-02	1,224E-02	1,223E-02	1,223E-02	1,223E-02	1,223E-02	1,222E-02					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,020E-03	1,019E-03	1,019E-03	1,019E-03	1,020E-03	1,019E-03	1,020E-03	1,020E-03	1,020E-03	1,020E-03	1,020E-03	1,018E-03					
	m³/h	Qp =	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,66					

média	3,67
máx	3,67
mín	3,66

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-06																
Raio de influência (m)		R =	97,28	97,15	97,22	97,21	97,27	97,19	97,63	97,47	97,61	97,59	97,58	94,49					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,744E-03	1,744E-03	1,744E-03	1,744E-03	1,744E-03	1,744E-03	1,743E-03	1,744E-03	1,743E-03	1,743E-03	1,743E-03	1,747E-03					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,453E-04	1,456E-04					
	m³/h	Qp =	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52					

média	0,52
máx	0,52
mín	0,52

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-07																
Raio de influência (m)		R =	30,76	30,72	30,74	30,74	30,76	30,74	30,87	30,82	30,87	30,86	30,86	29,88					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	3,036E-04	3,037E-04	3,036E-04	3,036E-04	3,036E-04	3,037E-04	3,032E-04	3,033E-04	3,032E-04	3,032E-04	3,032E-04	3,066E-04					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	2,530E-05	2,531E-05	2,530E-05	2,530E-05	2,530E-05	2,530E-05	2,528E-05	2,528E-05	2,527E-05	2,527E-05	2,527E-05	2,555E-05					
	m³/h	Qp =	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09					

média	0,09
máx	0,09
mín	0,09

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-08															
Raio de influência (m)		R =	9,73	9,72	9,72	9,72	9,73	9,72	9,76	9,75	9,76	9,76	9,76	9,45				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,170E-04	1,174E-04	1,172E-04	1,172E-04	1,173E-04	1,173E-04	1,161E-04	1,165E-04	1,162E-04	1,162E-04	1,163E-04	1,250E-04				
Vazão por poço	m³/s	Qp =	9,752E-06	9,781E-06	9,766E-06	9,769E-06	9,755E-06	9,772E-06	9,676E-06	9,710E-06	9,680E-06	9,685E-06	9,688E-06	1,042E-05				
	m³/h	Qp =	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04				
média			0,04															
máx			0,04															
mín			0,03															

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,74E-07															
Raio de influência (m)		R =	40,58	40,52	40,55	40,55	40,57	40,54	40,72	40,66	40,72	40,71	40,70	39,42				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	4,483E-04	4,485E-04	4,484E-04	4,484E-04	4,483E-04	4,484E-04	4,479E-04	4,481E-04	4,479E-04	4,479E-04	4,480E-04	4,515E-04				
Vazão por poço	m³/s	Qp =	3,736E-05	3,737E-05	3,737E-05	3,737E-05	3,736E-05	3,737E-05	3,732E-05	3,734E-05	3,733E-05	3,733E-05	3,733E-05	3,762E-05				
	m³/h	Qp =	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14				
média			0,13															
máx			0,14															
mín			0,13															

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	8,90E-08															
Raio de influência (m)		R =	29,02	28,98	29,00	29,00	29,02	29,00	29,13	29,08	29,12	29,11	29,11	28,19				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,807E-04	2,808E-04	2,808E-04	2,808E-04	2,807E-04	2,808E-04	2,803E-04	2,805E-04	2,803E-04	2,803E-04	2,804E-04	2,837E-04				
Vazão por poço	m³/s	Qp =	2,339E-05	2,340E-05	2,340E-05	2,340E-05	2,339E-05	2,340E-05	2,336E-05	2,337E-05	2,336E-05	2,336E-05	2,336E-05	2,364E-05				
	m³/h	Qp =	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09				
média			0,08															
máx			0,09															
mín			0,08															

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)		Q (m³/h)		
		médio	máx	mín
1,00E-05		3,6698	3,6705	3,6649
1,00E-06		0,5232	0,5241	0,5230
1,00E-07		0,0911	0,0920	0,0909
1,00E-08		0,0352	0,0375	0,0348
k1 e k2	diminuindo	-85,7%		
	aumentando	601,4%		
k2 e k3	diminuindo	-82,6%		
	aumentando	474,3%		
k3 e k4	diminuindo	-61,3%		
	aumentando	158,6%		
1,74E-07		0,1345	0,1354	0,1344
8,90E-08		0,0842	0,0851	0,0841

B.2.1: Aquífero confinado totalmente penetrante

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	12
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cota do topo do poço (m)	EL.	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1
Cota da camada impermeável (m)	EL.	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1
Cota do NA (m)	EL.	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r eq =	6,5
Espessura da camada permeável (m)	D =	19,9

Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	0,73	0,77	0,75	0,75	0,73	0,76	0,61	0,67	0,62	0,63	0,63	1,66	36,97	4,86	36,97	36,97	5,36

Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	32,43	32,38	32,41	32,40	32,42	32,40	32,54	32,49	32,54	32,53	32,53	31,50					
------------------------------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																
Raio de influência (m)		Ri =	307,84	307,22	307,43	307,40	307,60	307,35	308,73	308,24	308,68	308,61	308,57	298,82					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,051E-02	1,050E-02	1,051E-02	1,051E-02	1,051E-02	1,050E-02	1,054E-02	1,053E-02	1,054E-02	1,054E-02	1,054E-02	1,029E-02					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	8,760E-04	8,751E-04	8,756E-04	8,755E-04	8,759E-04	8,754E-04	8,783E-04	8,773E-04	8,782E-04	8,781E-04	8,780E-04	8,574E-04					
	m³/h	Qp =	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,09					
média			3,15																
máx			3,16																
mín			3,09																

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-06																
Raio de influência (m)		Ri =	97,28	97,15	97,22	97,21	97,27	97,19	97,63	97,47	97,61	97,59	97,58	94,49					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,498E-03	1,497E-03	1,498E-03	1,498E-03	1,498E-03	1,498E-03	1,502E-03	1,500E-03	1,502E-03	1,501E-03	1,501E-03	1,471E-03					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,249E-04	1,248E-04	1,248E-04	1,248E-04	1,249E-04	1,248E-04	1,252E-04	1,250E-04	1,251E-04	1,251E-04	1,251E-04	1,226E-04					
	m³/h	Qp =	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44					
média			0,45																
máx			0,45																
mín			0,44																

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-07																
Raio de influência (m)		Ri =	30,76	30,72	30,74	30,74	30,76	30,74	30,87	30,82	30,87	30,86	30,86	29,88					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,608E-04	2,607E-04	2,608E-04	2,608E-04	2,608E-04	2,607E-04	2,612E-04	2,610E-04	2,611E-04	2,611E-04	2,611E-04	2,582E-04					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	2,174E-05	2,172E-05	2,173E-05	2,173E-05	2,173E-05	2,173E-05	2,176E-05	2,175E-05	2,176E-05	2,176E-05	2,176E-05	2,151E-05					
	m³/h	Qp =	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08					
média			0,08																
máx			0,08																
mín			0,08																

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-08															
Raio de influência (m)		R =	9,73	9,72	9,72	9,72	9,73	9,72	9,76	9,75	9,76	9,76	9,76	9,45				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,006E-04	1,008E-04	1,007E-04	1,007E-04	1,006E-04	1,007E-04	1,000E-04	1,003E-04	1,001E-04	1,001E-04	1,001E-04	1,053E-04				
Vazão por poço		m³/s	Qp =	8,379E-06	8,396E-06	8,388E-06	8,389E-06	8,381E-06	8,391E-06	8,336E-06	8,355E-06	8,338E-06	8,340E-06	8,342E-06	8,772E-06			
		m³/h	Qp =	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03			

média	0,03
máx	0,03
mín	0,03

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,74E-07															
Raio de influência (m)		R =	40,58	40,52	40,55	40,55	40,57	40,54	40,72	40,66	40,72	40,71	40,70	39,42				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	3,852E-04	3,850E-04	3,851E-04	3,851E-04	3,852E-04	3,850E-04	3,858E-04	3,856E-04	3,858E-04	3,858E-04	3,857E-04	3,802E-04				
Vazão por poço		m³/s	Qp =	3,210E-05	3,208E-05	3,209E-05	3,209E-05	3,210E-05	3,209E-05	3,215E-05	3,213E-05	3,215E-05	3,215E-05	3,168E-05				
		m³/h	Qp =	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11			

média	0,12
máx	0,12
mín	0,11

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	8,90E-08															
Raio de influência (m)		R =	29,02	28,98	29,00	29,00	29,02	29,00	29,13	29,08	29,12	29,11	29,11	28,19				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,412E-04	2,411E-04	2,411E-04	2,411E-04	2,412E-04	2,411E-04	2,415E-04	2,413E-04	2,414E-04	2,414E-04	2,414E-04	2,389E-04				
Vazão por poço		m³/s	Qp =	2,010E-05	2,009E-05	2,009E-05	2,009E-05	2,010E-05	2,009E-05	2,012E-05	2,011E-05	2,012E-05	2,012E-05	1,991E-05				
		m³/h	Qp =	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07				

média	0,07
máx	0,07
mín	0,07

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-05	3,1502	3,1619	3,0865
1,00E-06	0,4491	0,4506	0,4414
1,00E-07	0,0782	0,0783	0,0775
1,00E-08	0,0302	0,1157	0,1141
k1 e k2	diminuindo	-85,7%	
	umentando	601,4%	
k2 e k3	diminuindo	-82,6%	
	umentando	474,3%	
k3 e k4	diminuindo	-61,3%	
	umentando	158,6%	
1,74E-07	0,1155	0,1157	0,1141
8,90E-08	0,0723	0,0724	0,0717

B.2.2: Aquífero confinado parcialmente penetrante

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	12
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cota do topo do poço (m)	EL.	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1	753,1
Cota da camada impermeável (m)	EL.	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1	712,1
Cota do fundo do poço	EL.	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1	716,1
Cota do NA (m)	EL.	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3	749,3

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r eq =	6,5
Espessura da camada permeável (m)	D =	23,9
trecho penetrante na camada permeável	W =	19,9
Fator de correção	G =	1,44

Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	4,73	4,77	4,75	4,75	4,73	4,76	4,61	4,67	4,62	4,63	4,63	5,66	40,97	8,66	40,97	40,97	9,36
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	32,43	32,38	32,41	32,40	32,42	32,40	32,54	32,49	32,54	32,53	32,53	31,50					

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																
Raio de influência (m)		R =	307,64	307,22	307,43	307,40	307,60	307,35	308,73	308,24	308,68	308,61	308,57	298,82					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,824E-02	1,822E-02	1,823E-02	1,823E-02	1,824E-02	1,823E-02	1,829E-02	1,827E-02	1,829E-02	1,828E-02	1,828E-02	1,785E-02					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,520E-03	1,518E-03	1,519E-03	1,519E-03	1,520E-03	1,519E-03	1,524E-03	1,522E-03	1,524E-03	1,524E-03	1,523E-03	1,488E-03					
	m³/h	Qp =	5,47	5,47	5,47	5,47	5,47	5,47	5,49	5,48	5,49	5,48	5,48	5,36					
		média	5,47																
		máx	5,49																
		mín	5,36																

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-06																
Raio de influência (m)		R =	97,28	97,15	97,22	97,21	97,27	97,19	97,63	97,47	97,61	97,59	97,58	94,49					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,600E-03	2,598E-03	2,599E-03	2,599E-03	2,600E-03	2,599E-03	2,606E-03	2,603E-03	2,606E-03	2,605E-03	2,605E-03	2,553E-03					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	2,167E-04	2,165E-04	2,166E-04	2,166E-04	2,167E-04	2,165E-04	2,172E-04	2,169E-04	2,171E-04	2,171E-04	2,171E-04	2,127E-04					
	m³/h	Qp =	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,77					
		média	0,78																
		máx	0,78																
		mín	0,77																

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-07																
Raio de influência (m)		R =	30,76	30,72	30,74	30,74	30,76	30,74	30,87	30,82	30,87	30,86	30,86	29,88					
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	4,526E-04	4,524E-04	4,525E-04	4,524E-04	4,526E-04	4,524E-04	4,531E-04	4,529E-04	4,531E-04	4,531E-04	4,531E-04	4,480E-04					
Vazão por poço	m³/s	Qp =	3,771E-05	3,770E-05	3,771E-05	3,770E-05	3,771E-05	3,770E-05	3,776E-05	3,774E-05	3,776E-05	3,776E-05	3,776E-05	3,733E-05					
	m³/h	Qp =	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13					
		média	0,14																
		máx	0,14																
		mín	0,13																

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-08															
Raio de influência (m)		R =	9,73	9,72	9,72	9,72	9,73	9,72	9,76	9,75	9,76	9,76	9,76	9,45				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,745E-04	1,748E-04	1,746E-04	1,747E-04	1,745E-04	1,747E-04	1,736E-04	1,740E-04	1,736E-04	1,737E-04	1,737E-04	1,826E-04				
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,454E-05	1,457E-05	1,455E-05	1,456E-05	1,454E-05	1,456E-05	1,446E-05	1,450E-05	1,447E-05	1,447E-05	1,447E-05	1,522E-05				
	m³/h	Qp =	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05				

média	0,05
máx	0,05
mín	0,05

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,74E-07															
Raio de influência (m)		R =	40,58	40,52	40,55	40,55	40,57	40,54	40,72	40,66	40,72	40,71	40,70	39,42				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	6,684E-04	6,680E-04	6,682E-04	6,682E-04	6,684E-04	6,681E-04	6,695E-04	6,690E-04	6,694E-04	6,694E-04	6,693E-04	6,597E-04				
Vazão por poço	m³/s	Qp =	5,570E-05	5,567E-05	5,568E-05	5,568E-05	5,570E-05	5,568E-05	5,579E-05	5,575E-05	5,579E-05	5,578E-05	5,578E-05	5,498E-05				
	m³/h	Qp =	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20				

média	0,20
máx	0,20
mín	0,20

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	8,90E-08															
Raio de influência (m)		R =	29,02	28,98	29,00	29,00	29,02	29,00	29,13	29,08	29,12	29,11	29,11	28,19				
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	4,185E-04	4,183E-04	4,184E-04	4,184E-04	4,185E-04	4,183E-04	4,190E-04	4,187E-04	4,189E-04	4,189E-04	4,189E-04	4,145E-04				
Vazão por poço	m³/s	Qp =	3,487E-05	3,486E-05	3,487E-05	3,486E-05	3,487E-05	3,486E-05	3,491E-05	3,490E-05	3,491E-05	3,491E-05	3,491E-05	3,454E-05				
	m³/h	Qp =	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12				

média	0,13
máx	0,13
mín	0,12

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)		Q (m³/h)		
		médio	máx	mín
1,00E-05		5,4661	5,4864	5,3555
1,00E-06		0,7793	0,7818	0,7659
1,00E-07		0,1357	0,1359	0,1344
1,00E-08		0,0525	0,0548	0,0521
k1 e k2	diminuindo	-85,7%		
	aumentando	601,4%		
k2 e k3	diminuindo	-82,6%		
	aumentando	474,3%		
k3 e k4	diminuindo	-61,3%		
	aumentando	158,6%		
1,74E-07		0,2004	0,2008	0,1979
8,90E-08		0,1255	0,1257	0,1244

APÊNDICE F – Memorial de cálculo das vazões da Estação Adolfo Pinheiro

A.3.1 – Arranjo linear – 1 vala equivalente – 2 fontes lineares – Aquífero livre – Totalmente penetrante – Poços 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,27	755,47	755,47	754,97	754,97	754,97	754,77	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	755,37	755,97	755,77	755,77	755,97	755,77	755,77	755,47	755,27	755,27	754,97	754,97	754,97	
Cota da camada impermeável (m)	EL.	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	x =	145,86
--	-----	--------

Altura do NA em relação a camada imp. (m)	H =	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	5,26	4,73	3,95	3,03	3,67	3,53	3,64	3,66	3,71	3,16	2,21	26,97	2,26	3,75	4,40	4,24	4,96	4,16	4,11	3,83	4,50	3,77	3,95	3,47	4,46	4,09	3,16	22,5	22,5
LEITURAS DOS INAS	médias	22,51	23,24	24,02	24,44	23,80	23,94	23,63	23,31	23,26	23,81	24,76		24,71	23,22	24,07	24,23	23,31	24,11	24,36	24,44	23,77	24,20	23,82	24,30	23,01	23,38	24,31	22,5	22,5

Desnível a ser rebaiado (m)	Δh =	17,24	17,77	18,55	19,47	18,83	18,97	18,86	18,84	18,79	19,34	20,29	-4,47	20,24	18,75	18,10	18,26	17,54	18,34	18,39	18,67	18,00	18,73	18,55	19,03	18,04	18,41	19,34		
-----------------------------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-02																													
Distância da fonte linear (m)		L =	5172,04	5331,04	5564,93					5658,46	5650,96	5636,93	5802,00	6085,96		6071,57	5626,14	5431,48	5477,27	5262,86							5401,11	5619,93	5566,46	5709,25		
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,13	0,13	0,13					0,13	0,13	0,13	0,12	0,12		0,12	0,13	0,13	0,13	0,13						0,13	0,13	0,13	0,13			
Vazão por poço		m³/s	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00			
		m³/h	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00			
		Qp =	11,57	11,35	11,02					10,89	10,90	10,92	10,69	10,30		10,32	10,94	11,21	11,14	11,44						11,25	10,95	11,02	10,82			

média	11,13
máx	11,99
mín	9,40

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																												
Distância da fonte linear (m)		L =	1635,54	1685,82	1759,78					1789,36	1786,93	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26						1707,98	1777,16	1760,27	1805,42		
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,04	0,04	0,04					0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04						0,04	0,04	0,04	0,04		
Vazão por poço		m³/s	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00		
		m³/h	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00		
		Qp =	3,66	3,59	3,49					3,44	3,45	3,45	3,38	3,26		3,26	3,46	3,54	3,52	3,62						3,56	3,46	3,49	3,42		

média	3,52
máx	3,79
mín	2,97

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-04																												
Distância da fonte linear (m)		L =	517,20	533,10	556,49					565,85	565,10	563,69	580,20	608,60		607,16	562,61	543,15	547,73	526,29						540,11	561,99	556,65	570,93		
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,01	0,01	0,01					0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01						0,01	0,01	0,01	0,01		
Vazão por poço		m³/s	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00		
		m³/h	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00		
		Qp =	1,16	1,13	1,10					1,09	1,09	1,09	1,07	1,03		1,03	1,09	1,12	1,11	1,14						1,13	1,09	1,10	1,08		

média	1,11
máx	1,20
mín	0,94

A. 3.1 – Arranjo linear – 1 vala equivalente – 2 fontes lineares – Aquífero livre – Totalmente penetrante – Poços 27 a 54

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,97	756,97	756,97	756,97	756,47	756,77	756,47	756,47	756,47	756,47	756,47	756,27	755,97	755,97	756,77	755,97	755,97	755,97	754,97	754,97	754,97	755,97	756,27	756,47	755,47	755,77	755,97	
Cota da camada impermeável (m)	EL.	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	

2) Definição das variáveis

Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	145,86	0
--	--------	---

Altura do NA em relação a camada impem. (m)	H =	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	3,94	6,27	5,24	5,89	4,52	29,27	0,06	2,00	2,35	5,39	5,28	5,82	5,37	4,85	5,64	5,34	5,19	4,97	3,60	4,13	3,92	5,20	4,22	5,31	4,92	4,41	4,64	
LEITURAS DOS INAs	médias	24,53	23,20	24,23	23,58	24,45	28,91	26,97	26,62	23,58	23,69	22,95	23,10	23,62	23,63	23,13	23,28	23,50	23,87	23,34	23,55	23,27	24,55	23,66	23,05	23,86	23,83		
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	18,56	16,23	17,26	16,61	17,98	-6,77	22,44	20,50	20,15	17,11	17,22	16,68	17,13	17,65	16,86	17,16	17,31	17,53	18,90	18,37	18,58	17,30	18,28	17,19	17,58	18,09	17,86	

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-02																												
Distância da fonte linear (m)		L =	5567,49	4869,04	5177,64	4982,86	5395,45	6733,11	6148,89	6045,46	5132,43	5164,95							5058,39	5149,34	5192,39	5259,51	5670,64	5510,17	5572,86	5191,18	5485,04	5158,28	5273,10	5427,79	5357,25
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,13	0,14	0,13	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,14	0,14							0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		m³/h	Qp =	11,02	11,99	11,56	11,83	11,26	9,40	10,21	10,36	11,62	11,58						11,73	11,60	11,54	11,45	10,88	11,10	11,01	11,54	11,13	11,59	11,43	11,21	11,31

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																												
Distância da fonte linear (m)		L =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19	2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30							1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04							0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		m³/h	Qp =	3,48	3,79	3,66	3,74	3,56	2,97	3,23	3,27	3,68	3,66						3,71	3,67	3,65	3,62	3,44	3,51	3,48	3,65	3,52	3,66	3,61	3,55	3,58

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-04																												
Distância da fonte linear (m)		L =	556,75	486,90	517,76	498,29	539,54	673,31	614,89	604,55	513,24	516,49							505,84	514,93	519,24	525,95	567,06	551,02	557,29	519,12	548,50	515,83	527,31	542,78	535,72
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01							0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		m³/h	Qp =	1,10	1,20	1,16	1,18	1,13	0,94	1,02	1,04	1,16	1,16						1,17	1,16	1,15	1,14	1,09	1,11	1,10	1,15	1,11	1,16	1,14	1,12	1,13

A.3.1 - Arranjo linear - 1 vala equivalente - 2 fontes lineares - Aquífero livre - Totalmente penetrante - Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																									
Distância da fonte linear (m)		L =	163,55	168,58	175,98				178,94	178,70	178,26	183,48	192,46		192,00	177,91	171,76	173,21	166,43			170,80	177,72	176,03	180,54			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00			
		m³/h	Qp =	0,37	0,36	0,35			0,34	0,34	0,35	0,34	0,33		0,33	0,35	0,35	0,35	0,36			0,36	0,35	0,35	0,34			
média				0,35																								
máx				0,38																								
mín				0,30																								
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																									
Distância da fonte linear (m)		L =	749,50	772,54	806,43				819,99	818,90	816,87	840,79	881,94		879,85	815,31	787,10	793,73	762,66			782,69	814,41	806,66	827,35			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,02	0,02	0,02				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02	0,02	0,02	0,02			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00			
		m³/h	Qp =	1,68	1,64	1,60			1,58	1,58	1,58	1,55	1,49		1,50	1,59	1,62	1,62	1,66			1,63	1,59	1,60	1,57			
média				1,61																								
máx				1,74																								
mín				1,36																								
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																									
Distância da fonte linear (m)		L =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81			1207,72	1256,65	1244,70	1276,63			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03			0,03	0,03	0,03	0,03			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00			
		m³/h	Qp =	2,59	2,54	2,46			2,44	2,44	2,44	2,39	2,30		2,31	2,45	2,51	2,49	2,56			2,52	2,45	2,46	2,42			
média				2,49																								
máx				2,68																								
mín				2,10																								
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																									
Distância da fonte linear (m)		L =	1635,54	1685,82	1759,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26			1707,98	1777,18	1760,27	1805,42			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	0,04	0,04	0,04				0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04			0,04	0,04	0,04	0,04			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00			
		m³/h	Qp =	3,66	3,59	3,49			3,44	3,45	3,45	3,38	3,26		3,26	3,46	3,54	3,52	3,62			3,56	3,46	3,49	3,42			
média				3,52																								
máx				3,79																								
mín				2,97																								

A.3.1 - Arranjo linear - 1 vala equivalente - 2 fontes lineares - Aquífero livre - Totalmente penetrante - Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-05																											
Distância da fonte linear (m)	L =	176,06	153,97	163,73	157,57	170,62		212,92	194,44	191,17	162,30	163,33				159,96	162,84	164,20	166,32	179,32	174,25	176,23	164,16	173,45	163,12	166,75	171,64	169,41	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp =	0,35	0,38	0,37	0,37		0,30	0,32	0,33	0,37	0,37				0,37	0,37	0,36	0,36	0,34	0,35	0,35	0,36	0,35	0,37	0,36	0,35	0,36	

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	2,10E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	806,81	705,59	750,31	722,08	781,87		975,72	891,06	876,07	743,76	748,47				733,03	746,21	752,45	762,17	821,75	798,50	807,58	752,27	794,86	747,51	764,14	786,56	776,34	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp =	1,60	1,74	1,68	1,71	1,63		1,36	1,48	1,50	1,68	1,68				1,70	1,68	1,67	1,66	1,58	1,61	1,60	1,67	1,61	1,68	1,66	1,62	1,64

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	5,00E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46		1505,57	1374,93	1351,81	1147,65	1154,92				1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		0,02	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp =	2,46	2,68	2,59	2,65	2,52		2,10	2,28	2,32	2,60	2,59				2,62	2,59	2,58	2,56	2,43	2,48	2,46	2,58	2,49	2,59	2,56	2,51	2,53

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19		2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30				1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		0,03	0,04	0,04	0,04	0,04				0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp =	3,48	3,79	3,66	3,74	3,56		2,97	3,23	3,27	3,68	3,66				3,71	3,67	3,65	3,62	3,44	3,51	3,48	3,65	3,52	3,66	3,61	3,55	3,58

4) RESUMO

Condutividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-02	11,13	11,99	9,40
1,00E-03	3,52	3,79	2,97
1,00E-04	1,11	1,20	0,94
1,00E-05	0,35	1,74	1,36
k1 e k2	diminuindo	-68%	
	umentando	216%	
k2 e k3	diminuindo	-68%	
	umentando	216%	
k3 e k4	diminuindo	-68%	
	umentando	216%	
2,10E-04	1,61	1,74	1,36
5,00E-04	2,49	2,68	2,10
1,00E-03	3,52	3,79	2,97

A.3.2 - Arranjo linear - 1 vala equivalente - 2 fontes lineares - Aquífero livre - Parcialmente penetrante - Poços 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
Cota do topo do poço (m)	EL	755,27	755,47	755,47	754,97	754,97	754,97	754,77	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	755,97	755,97	755,77	755,77	755,77	755,97	755,77	755,77	755,77	755,47	755,27	754,97	754,97	754,97	
Cota da camada impermeável (m)	EL	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5
Cota do NA (m)	EL	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	x =	145,86
--	-----	--------

Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	14,26	13,73	12,95	12,03	12,67	12,53	12,64	12,66	12,71	12,16	11,21	35,97	11,26	12,75	13,40	13,24	13,96	13,16	13,11	12,83	13,50	12,77	12,95	12,47	13,46	13,09	12,16				
LEITURAS DOS INAs	médias	22,51	23,24	24,02	24,44	23,80	23,94	23,63	23,31	23,26	23,81	24,76		24,71	23,22	24,07	24,23	23,31	24,11	24,36	24,44	23,77	24,20	23,82	24,30	23,01	23,38	24,31				

Desnível a ser rebaidado (m)	Δh =	17,24	17,77	18,55	19,47	18,83	18,97	18,86	18,84	18,79	19,34	20,29	-4,47	20,24	18,75	18,10	18,26	17,54	18,34	18,39	18,67	18,00	18,73	18,55	19,03	18,04	18,41	19,34			
------------------------------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--	--

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-02																														
Distância da fonte linear (m)		L =	5172,04	5331,04	5564,93				5658,46	5650,36	5636,93	5802,00	6085,96			6071,57	5626,14	5431,48	5477,27	5262,86							5401,11	5619,93	5566,46	5709,25			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,95E-01	1,94E-01	1,92E-01				1,91E-01	1,91E-01	1,92E-01	1,90E-01	1,88E-01			1,88E-01	1,92E-01	1,93E-01	1,93E-01	1,95E-01							1,93E-01	1,92E-01	1,92E-01	1,91E-01			
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00				
	m³/h	Qp =	16,74	16,63	16,47				16,40	16,41	16,42	16,30	16,09			16,10	16,42	16,56	16,53	16,68							16,58	16,43	16,47	16,37			
		média	16,52																														
		máx	16,94																														
		mín	15,59																														

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																														
Distância da fonte linear (m)		L =	1635,54	1685,82	1759,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55			1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26							1707,98	1777,18	1760,27	1805,42			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	6,18E-02	6,14E-02	6,08E-02				6,05E-02	6,05E-02	6,06E-02	6,01E-02	5,94E-02			5,94E-02	6,06E-02	6,11E-02	6,10E-02	6,15E-02							6,12E-02	6,06E-02	6,08E-02	6,04E-02			
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00				
	m³/h	Qp =	5,29	5,26	5,21				5,19	5,19	5,19	5,15	5,09			5,09	5,19	5,24	5,23	5,27							5,24	5,20	5,21	5,18			
		média	5,22																														
		máx	5,36																														
		mín	4,93																														

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-04																														
Distância da fonte linear (m)		L =	517,20	533,10	556,49				565,85	565,10	563,69	580,20	608,60			607,16	562,61	543,15	547,73	526,29							540,11	561,99	556,65	570,93			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,95E-02	1,94E-02	1,92E-02				1,91E-02	1,91E-02	1,92E-02	1,90E-02	1,88E-02			1,88E-02	1,92E-02	1,93E-02	1,93E-02	1,95E-02							1,93E-02	1,92E-02	1,92E-02	1,91E-02			
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00				
	m³/h	Qp =	1,67	1,66	1,65				1,64	1,64	1,64	1,63	1,61			1,61	1,64	1,66	1,65	1,67							1,66	1,64	1,65	1,64			
		média	1,65																														
		máx	1,69																														
		mín	1,56																														

A.3.2 - Arranjo linear - 1 vala equivalente - 2 fontes lineares - Aquífero livre - Parcialmente penetrante - Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-05																											
Distância da fonte linear (m)	L =	163,55	168,58	175,98				178,94	178,70	178,26	183,48	192,46			192,00	177,91	171,76	173,21	166,43				170,80	177,72	176,03	180,54			
Vazão total (m ³ /s)	n.Qp =	6,18E-03	6,14E-03	6,08E-03				6,05E-03	6,05E-03	6,06E-03	6,01E-03	5,94E-03			5,94E-03	6,06E-03	6,11E-03	6,10E-03	6,15E-03				6,12E-03	6,06E-03	6,08E-03	6,04E-03			
Vazão por poço	m ³ /s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00				
	m ³ /h	Qp =	0,53	0,53	0,52			0,52	0,52	0,52	0,52	0,51			0,51	0,52	0,52	0,52	0,53			0,52	0,52	0,52	0,52				

média	0,52
máx	0,54
mín	0,49

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	2,10E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	749,50	772,54	806,43				819,99	818,90	816,87	840,79	881,94			879,85	815,31	787,10	793,73	762,66				782,69	814,41	806,66	827,35			
Vazão total (m ³ /s)	n.Qp =	2,83E-02	2,81E-02	2,78E-02				2,77E-02	2,77E-02	2,78E-02	2,76E-02	2,72E-02			2,72E-02	2,78E-02	2,80E-02	2,79E-02	2,82E-02				2,80E-02	2,78E-02	2,78E-02	2,77E-02			
Vazão por poço	m ³ /s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00				
	m ³ /h	Qp =	2,43	2,41	2,39			2,38	2,38	2,38	2,36	2,33			2,33	2,38	2,40	2,40	2,42				2,40	2,38	2,39	2,37			

média	2,39
máx	2,45
mín	2,26

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	5,00E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86			1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63			
Vazão total (m ³ /s)	n.Qp =	4,37E-02	4,34E-02	4,30E-02				4,28E-02	4,28E-02	4,28E-02	4,25E-02	4,20E-02			4,20E-02	4,28E-02	4,32E-02	4,31E-02	4,35E-02				4,33E-02	4,29E-02	4,30E-02	4,27E-02			
Vazão por poço	m ³ /s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00				
	m ³ /h	Qp =	3,74	3,72	3,68			3,67	3,67	3,67	3,64	3,60			3,60	3,67	3,70	3,70	3,73				3,71	3,67	3,68	3,66			

média	3,69
máx	3,79
mín	3,49

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1635,54	1685,82	1759,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55			1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26				1707,98	1777,18	1760,27	1805,42			
Vazão total (m ³ /s)	n.Qp =	6,18E-02	6,14E-02	6,08E-02				6,05E-02	6,05E-02	6,06E-02	6,01E-02	5,94E-02			5,94E-02	6,06E-02	6,11E-02	6,10E-02	6,15E-02				6,12E-02	6,06E-02	6,08E-02	6,04E-02			
Vazão por poço	m ³ /s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00				
	m ³ /h	Qp =	5,29	5,26	5,21			5,19	5,19	5,19	5,15	5,09			5,09	5,19	5,24	5,23	5,27				5,24	5,20	5,21	5,18			

média	5,22
máx	5,36
mín	4,93

A.3.2 – Arranjo linear – 1 vala equivalente – 2 fontes lineares – Aquífero livre – Parcialmente penetrante – Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																										
Distância da fonte linear (m)		L =	176,06	153,37	163,73	157,57	170,62		212,92	194,44	191,17	162,30	163,33			159,36	162,84	164,20	166,32	179,32	174,25	176,23	164,16	173,45	163,12	166,75	171,64	169,41	
Vazão total (m³/s)		n Qp =	6,07E-03	6,25E-03	6,17E-03	6,22E-03	6,12E-03		5,75E-03	5,82E-03	5,95E-03	6,19E-03	6,18E-03			6,20E-03	6,18E-03	6,17E-03	6,15E-03	6,09E-03	6,09E-03	6,07E-03	6,17E-03	6,10E-03	6,18E-03	6,15E-03	6,11E-03	6,13E-03	
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		m³/h	Qp =	0,52	0,54	0,53	0,53	0,52		0,49	0,51	0,51	0,53	0,53			0,53	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,53	0,52	0,53	0,52	0,53	0,52

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																										
Distância da fonte linear (m)		L =	806,81	705,59	750,31	722,06	781,87		975,72	891,06	876,07	743,76	748,47			733,03	746,21	752,45	762,17	821,75	798,50	807,58	752,27	794,86	747,51	764,14	786,56	776,34	
Vazão total (m³/s)		n Qp =	2,78E-02	2,86E-02	2,83E-02	2,85E-02	2,80E-02		2,84E-02	2,71E-02	2,73E-02	2,83E-02	2,83E-02			2,84E-02	2,83E-02	2,83E-02	2,82E-02	2,77E-02	2,79E-02	2,78E-02	2,83E-02	2,79E-02	2,83E-02	2,82E-02	2,80E-02	2,81E-02	
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		m³/h	Qp =	2,39	2,45	2,43	2,44	2,40		2,26	2,32	2,34	2,43	2,43			2,44	2,43	2,42	2,42	2,38	2,39	2,39	2,42	2,39	2,43	2,42	2,40	2,41

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																										
Distância da fonte linear (m)		L =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46		1505,57	1374,93	1351,81	1147,65	1154,92			1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92	
Vazão total (m³/s)		n Qp =	4,30E-02	4,42E-02	4,37E-02	4,40E-02	4,33E-02		4,07E-02	4,19E-02	4,21E-02	4,37E-02	4,37E-02			4,39E-02	4,37E-02	4,36E-02	4,35E-02	4,28E-02	4,31E-02	4,29E-02	4,36E-02	4,31E-02	4,37E-02	4,35E-02	4,32E-02	4,33E-02	
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		m³/h	Qp =	3,68	3,79	3,74	3,77	3,71		3,49	3,59	3,60	3,75	3,74			3,76	3,75	3,74	3,73	3,67	3,69	3,68	3,74	3,69	3,75	3,73	3,70	3,71

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																										
Distância da fonte linear (m)		L =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19		2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30			1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11	
Vazão total (m³/s)		n Qp =	6,07E-02	6,25E-02	6,17E-02	6,22E-02	6,12E-02		5,75E-02	5,82E-02	5,95E-02	6,19E-02	6,18E-02			6,20E-02	6,18E-02	6,17E-02	6,15E-02	6,09E-02	6,09E-02	6,07E-02	6,17E-02	6,10E-02	6,18E-02	6,15E-02	6,11E-02	6,13E-02	
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		m³/h	Qp =	5,21	5,36	5,29	5,33	5,25		4,93	5,07	5,10	5,30	5,29			5,32	5,30	5,29	5,27	5,18	5,22	5,21	5,29	5,23	5,30	5,27	5,24	5,25

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-02	16,52	16,94	15,59
1,00E-03	5,22	5,36	4,93
1,00E-04	1,65	1,69	1,56
1,00E-05	0,52	2,45	2,26
k1 e k2	diminuindo	-68%	
	aumentando	216%	
k2 e k3	diminuindo	-68%	
	aumentando	216%	
k3 e k4	diminuindo	-68%	
	aumentando	216%	
2,10E-04	2,39	2,45	2,26
5,00E-04	3,69	3,79	3,49
1,00E-03	5,22	5,36	4,93

A.4.1 – Arranjo linear – 1 vala equivalente – 2 fontes lineares – Aquífero confinado – Totalmente penetrante – Poços 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Cota do topo da camada permeável (m)	744,8																											
Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,27	755,47	755,47	754,97	754,97	754,97	754,77	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	755,37	755,37	755,77	755,77	755,97	755,77	755,77	755,47	755,27	755,27	754,97	754,97	754,97
Cota da camada impermeável (m)	EL.	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Espessura da camada permeável (m)	D =	17,3
Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	x =	145,86

Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
Altura do NA no poço (m) – MÉDIOS	hw =	5,26	4,73	3,95	3,03	3,67	3,53	3,64	3,66	3,71	3,16	2,21	26,97	2,26	3,75	4,40	4,24	4,96	4,16	4,11	3,83	4,50	3,77	3,95	3,47	4,46	4,09	3,16
LEITURAS DOS INAs	médias	22,51	23,24	24,02	24,44	23,80	23,94	23,63	23,31	23,26	23,81	24,76		24,71	23,22	24,07	24,23	23,31	24,11	24,36	24,44	23,77	24,20	23,82	24,30	23,01	23,38	24,31
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	17,24	17,77	18,55	19,47	18,83	18,97	18,86	18,84	18,79	19,34	20,29	-4,47	20,24	18,75	18,10	18,26	17,54	18,34	18,39	18,67	18,00	18,73	18,55	19,03	18,04	18,41	19,34

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-02																											
Distância da fonte linear (m)	L =	5172,04	5331,04	5564,93				5658,46	5650,96	5636,93	5802,00	6085,96		6071,57	5626,14	5431,48	5477,27	5262,86								5401,11	5619,93	5566,46	5709,25
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01				1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01		1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01								1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	Qp =	14,42	14,42	14,42			14,42	14,42	14,42	14,42	14,42		14,42	14,42	14,42	14,42	14,42								14,42	14,42	14,42	14,42
	média	1,44E+01																											
	máx	1,44E+01																											
	mín	1,44E+01																											

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1635,54	1685,82	1759,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26								1707,98	1777,18	1760,27	1805,42
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02				5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02		5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02								5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	Qp =	4,56	4,56	4,56			4,56	4,56	4,56	4,56	4,56		4,56	4,56	4,56	4,56	4,56								4,56	4,56	4,56	4,56
	média	4,56E+00																											
	máx	4,56E+00																											
	mín	4,56E+00																											

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	517,20	533,10	556,49				565,85	565,10	563,69	580,20	608,60		607,16	562,61	543,15	547,73	526,29								540,11	561,99	556,65	570,93
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02				1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02		1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02								1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	Qp =	1,44	1,44	1,44			1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		1,44	1,44	1,44	1,44	1,44								1,44	1,44	1,44	1,44
	média	1,44																											
	máx	1,44																											
	mín	1,44																											

A.4.1 – Arranjo linear – 1 vala equivalente – 2 fontes lineares – Aquífero confinado – Totalmente penetrante – Poços 27 a 54

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42																										
Cota do topo da camada permeável (m)		744,8																										
Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Cota do topo do poço (m)	EL	755,97	756,97	756,97	756,97	756,47	756,77	756,47	756,47	756,47	756,47	756,47	756,27	755,97	755,97	756,77	755,97	755,97	755,97	754,97	754,97	754,97	755,97	756,27	756,47	755,47	755,77	755,97
Cota da camada impermeável (m)	EL	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5
Cota do NA (m)	EL	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Espessura da camada permeável (m)	D =	17,3																										
Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	x =	0																										
Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
Altura do NA no poço (m) – MÉDIOS	hw =	3,94	6,27	5,24	5,89	4,52	29,27	0,06	2,00	2,35	5,39	5,28	5,82	5,37	4,85	5,64	5,34	5,19	4,97	3,60	4,13	3,92	5,20	4,22	5,31	4,32	4,41	4,64
LEITURAS DOS INAs	médias	24,53	23,20	24,23	23,58	24,45		28,31	26,97	26,62	23,58	23,69	22,95	23,10	23,62	23,63	23,13	23,28	23,50	23,87	23,34	23,55	23,27	24,55	23,66	23,05	23,86	23,83
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	16,56	16,23	17,26	16,61	17,98	-6,77	22,44	20,50	20,15	17,11	17,22	16,68	17,13	17,65	16,86	17,16	17,31	17,53	18,90	18,37	18,58	17,30	18,28	17,19	17,58	18,09	17,86

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-02																										
Distância da fonte linear (m)	L =	5567,49	4869,04	5177,64	4982,86	5395,45		6733,11	6148,89	6045,46	5132,43	5164,95				5058,39	5149,34	5192,33	5259,51	5670,64	5510,17	5572,86	5191,18	5485,04	5158,28	5273,10	5427,79	5357,25
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01		1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01				1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01	1,68E-01
Vazão por poço	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/s																											
	m³/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Qp =	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42		14,42	14,42	14,42	14,42	14,42				14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42	14,42

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																										
Distância da fonte linear (m)	L =	1760,80	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19		2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30				1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02		5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02				5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02
Vazão por poço	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/s																											
	m³/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Qp =	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56		4,56	4,56	4,56	4,56	4,56				4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-04																										
Distância da fonte linear (m)	L =	556,75	486,90	517,76	498,23	539,54		673,31	614,89	604,55	513,24	516,49				505,84	514,93	519,24	525,95	567,06	551,02	557,29	519,12	548,50	515,83	527,31	542,78	535,72
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02		1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02				1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02	1,68E-02
Vazão por poço	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/s																											
	m³/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Qp =	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		1,44	1,44	1,44	1,44	1,44				1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44

A.4.1 - Arranjo linear - 1 vala equivalente - 2 fontes lineares - Aquífero confinado - Totalmente penetrante - Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
----------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																												
Distância da fonte linear (m)		L =	163,55	168,58	175,98					178,94	178,70	178,26	183,48	192,46			192,00	177,91	171,76	173,21	166,43							170,80	177,72	176,03	180,54
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03					5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03			5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03							5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03	5,32E-03
Vazão por poço		m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00	
		m³/h	Qp=	0,46	0,46	0,46				0,46	0,46	0,46	0,46	0,46			0,46	0,46	0,46	0,46	0,46						0,46	0,46	0,46	0,46	

média	0,46
máx	0,46
mín	0,46

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																												
Distância da fonte linear (m)		L =	749,50	772,54	806,43					819,99	818,90	816,87	840,79	881,94			879,85	815,31	787,10	793,73	762,66							782,69	814,41	806,66	827,35
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02					2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02			2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02							2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02	2,44E-02
Vazão por poço		m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00	
		m³/h	Qp=	2,09	2,09	2,09				2,09	2,09	2,09	2,09	2,09			2,09	2,09	2,09	2,09	2,09						2,09	2,09	2,09	2,09	

média	2,09
máx	2,09
mín	2,09

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																												
Distância da fonte linear (m)		L =	1156,50	1192,06	1244,36					1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86			1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81							1207,72	1256,65	1244,70	1276,63
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02					3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02			3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02							3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02	3,76E-02
Vazão por poço		m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00	
		m³/h	Qp=	3,22	3,22	3,22				3,22	3,22	3,22	3,22	3,22			3,22	3,22	3,22	3,22	3,22						3,22	3,22	3,22	3,22	

média	3,22
máx	3,22
mín	3,22

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																												
Distância da fonte linear (m)		L =	1635,54	1685,82	1759,78					1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55			1920,00	1773,14	1717,59	1732,06	1664,26							1707,98	1777,18	1760,27	1805,42
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02					5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02			5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02							5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02	5,32E-02
Vazão por poço		m³/s	Qp=	1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03				1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03			1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03							1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03	1,27E-03
		m³/h	Qp=	4,56	4,56	4,56				4,56	4,56	4,56	4,56	4,56			4,56	4,56	4,56	4,56	4,56							4,56	4,56	4,56	4,56

média	4,56
máx	4,56
mín	4,56

A.4.1 – Arranjo linear – 1 vala equivalente – 2 fontes lineares – Aquífero confinado – Totalmente penetrante – Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																									
Distância da fonte linear (m)		L =	176,06																									
Vazão total (m³/s)		n.Dp =	5,32E-03																									
Vazão por poço		Qp =	0,00																									
		Qp =	0,46																									

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																									
Distância da fonte linear (m)		L =	806,81																									
Vazão total (m³/s)		n.Dp =	2,44E-02																									
Vazão por poço		Qp =	0,00																									
		Qp =	2,09																									

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																									
Distância da fonte linear (m)		L =	1244,93																									
Vazão total (m³/s)		n.Dp =	3,76E-02																									
Vazão por poço		Qp =	0,00																									
		Qp =	3,22																									

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																									
Distância da fonte linear (m)		L =	1760,60																									
Vazão total (m³/s)		n.Dp =	5,32E-02																									
Vazão por poço		Qp =	1,27E-03																									
		Qp =	4,56																									

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-02	14,42	14,42	14,42
1,00E-03	4,56	4,56	4,56
1,00E-04	1,44	1,44	1,44
1,00E-05	0,46	2,09	2,09
k1 e k2	diminuindo	-68%	
	aumentando	216%	
k2 e k3	diminuindo	-68%	
	aumentando	216%	
k3 e k4	diminuindo	-68%	
	aumentando	216%	
2,10E-04	2,09	2,09	2,09
5,00E-04	3,22	3,22	3,22
1,00E-03	4,56	4,56	4,56

A.4.2 - Arranjo linear - 1 vala equivalente - 2 fontes lineares - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poços 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Cota do topo da camada permeável (m)		744,8																										
Número do poço		PBS																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,27	755,47	755,47	754,97	754,97	754,97	754,77	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	755,97	755,97	755,77	755,77	755,97	755,77	755,77	755,47	755,27	755,27	754,97	754,97	754,97
Cota da camada impermeável (m)	EL.	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5
Cota do fundo do poço	EL.	725,8	726	726	725,5	725,5	725,5	725,3	725	725	721	721	725	721	725	726,5	726,5	726,3	726,3	726,5	726,3	726,3	726,3	726	725,8	725,8	725,5	725,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Espessura da camada permeável (m)	D =	26,3
Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	x =	145,86

W/D	0,6	0,7	0,8	0,9	1
λ	0,133	0,081	0,038	0,010	0,000

Altura do NA em relação a camada impem. (m)	H =	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	14,26	13,73	12,95	12,03	12,67	12,53	12,64	12,66	12,71	12,16	11,21	35,37	11,26	12,75	13,40	13,24	13,96	13,16	13,11	12,83	13,50	12,77	12,95	12,47	13,46	13,09	12,16
Comprimento penetrante (m)	W =	19,00	18,80	18,80	19,30	19,30	19,30	19,50	19,80	19,80	23,80	23,80	19,80	23,80	19,80	18,30	18,30	18,50	18,50	18,30	18,50	18,50	18,80	19,00	19,00	19,30	19,30	19,30
Fator de correção	W/D =	0,72	0,71	0,71	0,73	0,73	0,73	0,74	0,75	0,75	0,30	0,30	0,75	0,90	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73
	$\lambda =$	0,072	0,076	0,076	0,068	0,068	0,068	0,064	0,059	0,059	0,010	0,010	0,059	0,010	0,059	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,076	0,072	0,072	0,068	0,068	0,068
LEITURAS DOS INAs	médias	22,51	23,24	24,02	24,44	23,80	23,94	23,63	23,31	23,26	23,81	24,76		24,71	23,22	24,07	24,23	23,31	24,11	24,36	24,44	23,77	24,20	23,82	24,30	23,01	23,38	24,31

Desnível a ser rebaidado (m)	$\Delta h =$	17,24	17,77	18,55	19,47	18,83	18,97	18,86	18,84	18,79	19,34	20,29	-4,47	20,24	18,75	18,10	18,26	17,54	18,34	18,39	18,67	18,00	18,73	18,55	19,03	18,04	18,41	19,34
------------------------------	--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

3) Cálculo das vazões

Condutividade hidráulica (m/s)		k =		1,00E-02																									
Distância da fonte linear (m)		L =		5172,04 5331,04 5564,93																									
Vazão total (m³/s)		n.Qp =		1,28E-01 1,28E-01 1,28E-01																									
Vazão por poço		Qp =		0,00 0,00 0,00																									
		m³/h		10,96 10,96 10,96																									

média	10,96
máx	10,96
mín	10,95

Condutividade hidráulica (m/s)		k =		1,00E-03																									
Distância da fonte linear (m)		L =		1635,54 1685,82 1753,78																									
Vazão total (m³/s)		n.Qp =		4,04E-02 4,04E-02 4,04E-02																									
Vazão por poço		Qp =		0,00 0,00 0,00																									
		m³/h		3,46 3,46 3,46																									

média	3,46
máx	3,47
mín	3,46

Condutividade hidráulica (m/s)		k =		1,00E-04																									
Distância da fonte linear (m)		L =		517,20 533,10 556,49																									
Vazão total (m³/s)		n.Qp =		1,27E-02 1,27E-02 1,27E-02																									
Vazão por poço		Qp =		0,00 0,00 0,00																									
		m³/h		1,09 1,09 1,09																									

média	1,09
máx	1,10
mín	1,09

A.4.2 - Arranjo linear - 1 vala equivalente - 2 fontes lineares - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poços 27 a 54

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42																										
Cota do topo da camada permeável (m)	744,8																											
Número do poço	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,97	756,97	756,97	756,97	756,47	756,77	756,47	756,47	756,47	756,47	756,27	755,97	755,97	756,77	755,97	755,97	755,97	754,97	754,97	754,97	755,97	756,27	756,47	755,47	755,77	755,97	
Cota da camada impermeável (m)	EL.	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	
Cota do fundo do poço	EL.	726,5	727,5	727,5	727,5	719,5	727,3	719,5	727	727	727	727	726,8	726,5	726,5	727,3	726,5	726,5	725,5	726,5	725,5	725,5	726,5	726,8	727	726	726,3	726,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	

2) Definição das variáveis

Espessura da camada permeável (m)	D =	26,3																										
Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	n =	0																										
	W/D	0,6	0,7	0,8	0,9	1																						
	λ	0,133	0,081	0,038	0,010	0,000																						
Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	12,34	15,27	14,24	14,89	13,52	38,27	9,06	11,00	11,35	14,39	14,28	14,82	14,37	13,85	14,64	14,34	14,19	13,97	12,60	13,13	12,92	14,20	13,22	14,31	13,92	13,41	13,64
Comprimento penetrante (m)	W/λ =	18,30	17,30	17,30	17,30	25,30	17,50	25,30	17,80	17,80	17,80	18,00	18,30	18,30	17,50	18,30	18,30	18,30	18,30	19,30	19,30	19,30	18,30	18,00	17,80	18,80	18,50	18,30
Fator de correção	W/D =	0,70	0,66	0,66	0,66	0,96	0,67	0,96	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,70	0,70	0,67	0,70	0,70	0,70	0,73	0,73	0,73	0,70	0,68	0,68	0,71	0,70	0,70
	λ =	0,081	0,102	0,102	0,102	0,004	0,096	0,004	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,081	0,081	0,096	0,081	0,081	0,081	0,068	0,068	0,068	0,081	0,091	0,091	0,076	0,081	0,081
LEITURAS DOS INAs	médias	24,53	23,20	24,23	23,58	24,45		28,31	26,37	26,62	23,58	23,63	22,95	23,10	23,62	23,63	23,13	23,28	23,50	23,87	23,34	23,55	23,27	24,55	23,66	23,05	23,86	23,83
Desnível a ser baixado (m)	Δh =	18,56	16,23	17,26	16,61	17,98	-6,77	22,44	20,50	20,15	17,11	17,22	16,68	17,13	17,65	16,86	17,16	17,31	17,53	18,90	18,37	18,58	17,30	18,28	17,19	17,58	18,09	17,86

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-02																									
Distância da fonte linear (m)	L =	5587,49	4869,04	5177,64	4982,86	5395,45	6733,11	6148,89	6045,46	5132,43	5164,95				5058,39	5149,34	5192,39	5259,51	5670,64	5510,17	5572,86	5191,18	5485,04	5158,28	5273,10	5427,79	5357,25
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01				1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01	1,28E-01
Vazão por poço	m³/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	0,96	10,95	10,95	10,95	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96				10,95	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																									
Distância da fonte linear (m)	L =	1760,80	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19	2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30				1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02				4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02
Vazão por poço	m³/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	3,46	3,46	3,46	3,46	3,47	3,47	3,46	3,46	3,46	3,46				3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-04																									
Distância da fonte linear (m)	L =	556,75	486,90	517,76	498,29	539,54	673,31	614,89	604,55	513,24	516,49				505,84	514,93	519,24	525,95	567,06	551,02	557,29	519,12	548,50	515,83	527,31	542,78	535,72
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,28E-02	1,28E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02				1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02	1,27E-02
Vazão por poço	m³/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	1,09	1,09	1,09	1,09	1,10	1,10	1,09	1,09	1,09	1,09				1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09

A.4.2 – Arranjo linear – 1 vala equivalente – 2 fontes lineares – Aquífero confinado – Parcialmente penetrante – Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Conductividade hidráulica (m/s)		k = 1,00E-05																										
Distância da fonte linear (m)		L = 163,55 168,58 175,98																										
Vazão total (m³/s)		n.Qp = 4,00E-03 4,00E-03 4,00E-03																										
Vazão por poço	m³/s	Qp = 0,00 0,00 0,00																										
	m³/h	Qp = 0,34 0,34 0,34																										
média		0,34																										
máx		0,35																										
mín		0,34																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k = 2,10E-04																										
Distância da fonte linear (m)		L = 749,50 772,54 806,43																										
Vazão total (m³/s)		n.Qp = 1,85E-02 1,85E-02 1,85E-02																										
Vazão por poço	m³/s	Qp = 0,00 0,00 0,00																										
	m³/h	Qp = 1,58 1,58 1,58																										
média		1,58																										
máx		1,59																										
mín		1,58																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k = 5,00E-04																										
Distância da fonte linear (m)		L = 1156,50 1192,06 1244,36																										
Vazão total (m³/s)		n.Qp = 2,85E-02 2,85E-02 2,85E-02																										
Vazão por poço	m³/s	Qp = 0,00 0,00 0,00																										
	m³/h	Qp = 2,45 2,45 2,45																										
média		2,45																										
máx		2,45																										
mín		2,44																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k = 1,00E-03																										
Distância da fonte linear (m)		L = 1635,54 1685,82 1753,78																										
Vazão total (m³/s)		n.Qp = 4,04E-02 4,04E-02 4,04E-02																										
Vazão por poço	m³/s	Qp = 0,00 0,00 0,00																										
	m³/h	Qp = 3,46 3,46 3,46																										
média		3,46																										
máx		3,47																										
mín		3,46																										

A.4.2 - Arranjo linear - 1 vala equivalente - 2 fontes lineares - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-05																														
Distância da fonte linear (m)	L =	176,06	153,37	163,73	157,57	170,62		212,92	194,44	191,17	162,30	163,33								159,96	162,84	164,20	166,32	179,32	174,25	176,23	164,16	173,45	163,12	166,75	171,64	169,41
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	4,00E-03	3,37E-03	3,38E-03	3,38E-03	4,04E-03		4,04E-03	3,99E-03	3,99E-03	3,98E-03	3,99E-03								3,38E-03	3,99E-03	3,99E-03	3,99E-03	4,00E-03	4,00E-03	4,00E-03	3,99E-03	3,99E-03	3,99E-03	4,00E-03	3,99E-03	3,99E-03
Vazão por poço	m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp=	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34								0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	2,10E-04																														
Distância da fonte linear (m)	L =	806,81	705,53	750,31	722,08	781,87		975,72	891,06	876,07	743,76	748,47								733,03	746,21	752,45	762,17	821,75	798,50	807,58	752,27	794,86	747,51	764,14	786,56	776,34
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02		1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02								1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02	1,85E-02
Vazão por poço	m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp=	1,58	1,58	1,58	1,58	1,59	1,59	1,58	1,58	1,58	1,58								1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	5,00E-04																														
Distância da fonte linear (m)	L =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46		1505,57	1374,93	1351,81	1147,65	1154,92								1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	2,85E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,86E-02		2,86E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,85E-02								2,85E-02	2,86E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,86E-02	2,86E-02	2,86E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,85E-02	2,85E-02
Vazão por poço	m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp=	2,45	2,44	2,45	2,44	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45								2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																														
Distância da fonte linear (m)	L =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19		2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30								1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02		4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02								4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	4,04E-02	
Vazão por poço	m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp=	3,46	3,46	3,46	3,46	3,47	3,47	3,46	3,46	3,46	3,46								3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	

4) RESUMO

Condutividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-02	10,96	10,96	10,95
1,00E-03	3,46	3,47	3,46
1,00E-04	1,09	1,10	1,09
1,00E-05	0,34	1,59	1,58
k1 e k2	diminuindo	-68%	
	aumentando	216%	
k2 e k3	diminuindo	-68%	
	aumentando	217%	
k3 e k4	diminuindo	-63%	
	aumentando	219%	
2,10E-04	1,58	1,59	1,58
5,00E-04	2,45	2,45	2,44
1,00E-03	3,46	3,47	3,46

A.5 – Arranjo linear – 2 valas equivalentes – 2 fontes lineares – Aquífero livre – Parcialmente penetrante – Poços 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,27	755,47	755,47	754,37	754,37	754,37	754,77	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	755,37	755,37	755,77	755,77	755,97	755,77	755,77	755,77	755,47	755,27	755,27	754,37	754,37	754,37	
Cota da camada impermeável (m)	EL.	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	x =	145,86
--	-----	--------

Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	14,26	13,73	12,95	12,03	12,67	12,53	12,64	12,66	12,71	12,16	11,21	35,37	11,26	12,75	13,40	13,24	13,96	13,16	13,11	12,83	13,50	12,77	12,95	12,47	13,46	13,09	12,16	12,16	12,16	12,16
LEITURAS DOS INAs	médias	22,51	23,24	24,02	24,44	23,80	23,94	23,63	23,31	23,26	23,81	24,76		24,71	23,22	24,07	24,23	23,31	24,11	24,36	24,44	23,77	24,20	23,82	24,30	23,01	23,38	24,31	24,31	24,31	
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	17,24	17,77	18,55	19,47	18,83	18,97	18,86	18,84	18,79	19,34	20,29	-4,47	20,24	18,75	18,10	18,26	17,54	18,34	18,39	18,67	18,00	18,73	18,55	19,03	18,04	18,41	19,34	19,34	19,34	

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-02																														
Distância da fonte linear (m)		L =	5172,04	5331,04	5564,93				5658,46	5650,96	5636,93	5802,00	6085,96		6071,57	5626,14	5431,48	5477,27	5262,86								5401,11	5619,93	5566,46	5709,25			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,95E-01	1,94E-01	1,92E-01				1,91E-01	1,91E-01	1,92E-01	1,90E-01	1,88E-01		1,88E-01	1,92E-01	1,93E-01	1,93E-01	1,95E-01								1,93E-01	1,92E-01	1,92E-01	1,91E-01			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00				
		m³/h	Qp =	16,74	16,63	16,47			16,40	16,41	16,42	16,30	16,09		16,10	16,42	16,56	16,53	16,68								16,58	16,43	16,47	16,37			

média	16,52
máx	16,94
mín	15,59

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																														
Distância da fonte linear (m)		L =	1635,54	1685,82	1759,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26								1707,98	1777,18	1760,27	1805,42			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	6,18E-02	6,14E-02	6,08E-02				6,05E-02	6,05E-02	6,06E-02	6,01E-02	5,94E-02		5,94E-02	6,06E-02	6,11E-02	6,10E-02	6,15E-02								6,12E-02	6,06E-02	6,08E-02	6,04E-02			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00				
		m³/h	Qp =	5,29	5,26	5,21			5,19	5,19	5,19	5,15	5,09		5,09	5,19	5,24	5,23	5,27								5,24	5,20	5,21	5,18			

média	5,22
máx	5,36
mín	4,93

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-04																														
Distância da fonte linear (m)		L =	517,20	533,10	556,49				565,85	565,10	563,69	580,20	608,60		607,16	562,61	543,15	547,73	526,29								540,11	561,99	556,85	570,93			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,95E-02	1,94E-02	1,92E-02				1,91E-02	1,91E-02	1,92E-02	1,90E-02	1,88E-02		1,88E-02	1,92E-02	1,93E-02	1,93E-02	1,95E-02								1,93E-02	1,92E-02	1,92E-02	1,91E-02			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00				
		m³/h	Qp =	1,67	1,66	1,65			1,64	1,64	1,64	1,63	1,61		1,61	1,64	1,66	1,65	1,67								1,66	1,64	1,65	1,64			

média	1,65
máx	1,69
mín	1,56

A.5 - Arranjo linear - 2 valas equivalentes - 2 fontes lineares - Aquífero livre - Parcialmente penetrante - Poços 27 a 54

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Cota do topo do poço (m)	EL	755,97	756,97	756,97	756,97	756,47	756,77	756,47	756,47	756,47	756,47	756,47	756,27	755,97	755,97	756,77	755,97	755,97	755,97	754,97	754,97	754,97	755,97	756,27	756,47	755,47	755,77	755,97	
Cota da camada impermeável (m)	EL	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5
Cota do NA (m)	EL	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	x =	145,86
--	-----	--------

Altura do NA em relação a camada impem. (m)	H =	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
Altura do NA no poço (m) - MÉDIAS	hw =	12,94	15,27	14,24	14,89	13,52	38,27	9,06	11,00	11,35	14,39	14,28	14,82	14,37	13,85	14,64	14,34	14,19	13,97	12,60	13,13	12,32	14,20	13,22	14,31	13,92	13,41	13,64	
LEITURAS DOS INA's	médias	24,53	23,20	24,23	23,58	24,45	28,91	26,97	26,62	23,58	23,69	22,95	23,10	23,62	23,63	23,13	23,28	23,50	23,87	23,34	23,55	23,27	24,55	23,66	23,05	23,86	23,63		

Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	16,56	16,23	17,26	16,61	17,98	-6,77	22,44	20,50	20,15	17,11	17,22	16,68	17,13	17,65	16,86	17,16	17,31	17,53	18,30	18,37	18,58	17,30	18,28	17,19	17,58	18,09	17,86
------------------------------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

3) Cálculo das vazões

Condutividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-02																														
Distância da fonte linear (m)		L =	5567,49	4863,04	5177,64	4962,86	5335,45	6733,11	6148,89	6045,46	5132,43	5164,95									5058,39	5149,34	5192,33	5259,51	5670,64	5510,17	5572,86	5191,18	5485,04	5158,28	5273,10	5427,79	5357,25
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,92E-01	1,98E-01	1,95E-01	1,97E-01	1,94E-01	1,82E-01	1,87E-01	1,88E-01	1,96E-01	1,95E-01									1,96E-01	1,95E-01	1,95E-01	1,95E-01	1,91E-01	1,93E-01	1,92E-01	1,95E-01	1,93E-01	1,95E-01	1,94E-01	1,93E-01	1,94E-01
Vazão por poço		m³/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		m³/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Qp =	16,47	16,34	16,74	16,87	16,59	15,59	16,04	16,12	16,77	16,74									16,82	16,75	16,73	16,68	16,39	16,51	16,46	16,73	16,52	16,75	16,67	16,56	16,61

Condutividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																														
Distância da fonte linear (m)		L =	1760,80	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19	2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30									1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	6,07E-02	6,25E-02	6,17E-02	6,22E-02	6,12E-02	5,75E-02	5,92E-02	5,95E-02	6,19E-02	6,18E-02									6,20E-02	6,18E-02	6,17E-02	6,15E-02	6,05E-02	6,09E-02	6,07E-02	6,17E-02	6,10E-02	6,18E-02	6,15E-02	6,11E-02	6,13E-02
Vazão por poço		m³/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		m³/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Qp =	5,21	5,36	5,29	5,33	5,25	4,93	5,07	5,10	5,30	5,29									5,32	5,30	5,29	5,27	5,18	5,22	5,21	5,29	5,23	5,30	5,27	5,24	5,25

Condutividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-04																														
Distância da fonte linear (m)		L =	556,75	486,90	517,76	498,29	539,54	673,31	614,89	604,55	513,24	516,49									505,84	514,93	519,24	525,95	567,06	551,02	557,29	519,12	548,50	515,83	527,31	542,78	535,72
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,92E-02	1,98E-02	1,95E-02	1,97E-02	1,94E-02	1,82E-02	1,87E-02	1,88E-02	1,96E-02	1,95E-02									1,96E-02	1,95E-02	1,95E-02	1,95E-02	1,91E-02	1,93E-02	1,92E-02	1,95E-02	1,93E-02	1,95E-02	1,94E-02	1,93E-02	1,94E-02
Vazão por poço		m³/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		m³/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Qp =	1,65	1,63	1,67	1,69	1,66	1,56	1,60	1,61	1,68	1,67									1,68	1,68	1,67	1,67	1,64	1,65	1,65	1,67	1,65	1,67	1,66	1,66	

A.5 - Arranjo linear - 2 valas equivalentes - 2 fontes lineares - Aquífero livre - Parcialmente penetrante - Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
----------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																										
Distância da fonte linear (m)		L =	163,55	168,58	175,98				178,94	178,70	178,26	183,48	192,46		192,00	177,31	171,76	173,21	166,43				170,80	177,72	176,03	180,54			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	6,18E-03	6,14E-03	6,08E-03				6,05E-03	6,05E-03	6,06E-03	6,01E-03	5,94E-03		5,94E-03	6,06E-03	6,11E-03	6,10E-03	6,15E-03				6,12E-03	6,06E-03	6,08E-03	6,04E-03			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00				
		m³/h	Qp =	0,53	0,53	0,52			0,52	0,52	0,52	0,52	0,51		0,51	0,52	0,52	0,52	0,53			0,52	0,52	0,52	0,52				
média				0,52																									
máx				0,54																									
mín				0,49																									

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																										
Distância da fonte linear (m)		L =	749,50	772,54	806,43				819,99	818,90	816,87	840,79	881,94		879,85	815,31	787,10	793,73	762,66				782,69	814,41	806,66	827,35			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,83E-02	2,81E-02	2,78E-02				2,77E-02	2,77E-02	2,78E-02	2,76E-02	2,72E-02		2,72E-02	2,78E-02	2,80E-02	2,79E-02	2,82E-02				2,80E-02	2,78E-02	2,78E-02	2,77E-02			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00				
		m³/h	Qp =	2,43	2,41	2,39			2,38	2,38	2,38	2,36	2,33		2,33	2,38	2,40	2,40	2,42			2,40	2,38	2,39	2,37				
média				2,39																									
máx				2,45																									
mín				2,26																									

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																										
Distância da fonte linear (m)		L =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	4,37E-02	4,34E-02	4,30E-02				4,28E-02	4,28E-02	4,28E-02	4,25E-02	4,20E-02		4,20E-02	4,28E-02	4,32E-02	4,31E-02	4,35E-02				4,33E-02	4,29E-02	4,30E-02	4,27E-02			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00				
		m³/h	Qp =	3,74	3,72	3,68			3,67	3,67	3,67	3,64	3,60		3,60	3,67	3,70	3,70	3,73			3,71	3,67	3,68	3,66				
média				3,69																									
máx				3,79																									
mín				3,49																									

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																										
Distância da fonte linear (m)		L =	1635,54	1685,82	1759,78				1789,96	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26				1707,98	1777,18	1760,27	1805,42			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	6,18E-02	6,14E-02	6,08E-02				6,05E-02	6,05E-02	6,06E-02	6,01E-02	5,94E-02		5,94E-02	6,06E-02	6,11E-02	6,10E-02	6,15E-02				6,12E-02	6,06E-02	6,08E-02	6,04E-02			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00				
		m³/h	Qp =	5,29	5,26	5,21			5,19	5,19	5,19	5,15	5,09		5,09	5,19	5,24	5,23	5,27			5,24	5,20	5,21	5,18				
média				5,22																									
máx				5,36																									
mín				4,93																									

A.5 - Arranjo linear - 2 valas equivalentes - 2 fontes lineares - Aquífero livre - Parcialmente penetrante - Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-05																											
Distância da fonte linear (m)	L =	176,06	153,97	163,73	157,57	170,62			212,92	194,44	191,17	162,30	163,33				159,96	162,84	164,20	166,32	179,32	174,25	176,23	164,16	173,45	163,12	166,75	171,64	169,41
Vazão total (m³/s)	n.Dp =	6,07E-03	6,25E-03	6,17E-03	6,22E-03	6,12E-03			5,75E-03	5,92E-03	5,95E-03	6,19E-03	6,18E-03				6,20E-03	6,18E-03	6,17E-03	6,15E-03	6,05E-03	6,09E-03	6,07E-03	6,17E-03	6,10E-03	6,18E-03	6,15E-03	6,11E-03	6,13E-03
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	Qp =	0,52	0,54	0,53	0,53	0,52			0,49	0,51	0,51	0,53	0,53				0,53	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,53	0,52	0,53	0,53	0,52

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	2,10E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	806,81	705,59	750,31	722,08	781,87			975,72	891,06	876,07	743,76	748,47				733,03	746,21	752,45	762,17	821,75	798,50	807,58	752,27	794,86	747,51	764,14	786,56	776,34
Vazão total (m³/s)	n.Dp =	2,78E-02	2,86E-02	2,83E-02	2,85E-02	2,80E-02			2,64E-02	2,71E-02	2,73E-02	2,83E-02	2,83E-02				2,84E-02	2,83E-02	2,83E-02	2,82E-02	2,77E-02	2,79E-02	2,78E-02	2,83E-02	2,79E-02	2,83E-02	2,82E-02	2,80E-02	2,81E-02
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	Qp =	2,39	2,45	2,43	2,44	2,40			2,26	2,32	2,34	2,43	2,43				2,44	2,43	2,42	2,42	2,38	2,39	2,39	2,42	2,39	2,43	2,42	2,40

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	5,00E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46			1505,57	1374,33	1351,81	1147,65	1154,92				1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92
Vazão total (m³/s)	n.Dp =	4,30E-02	4,42E-02	4,37E-02	4,40E-02	4,33E-02			4,07E-02	4,19E-02	4,21E-02	4,37E-02	4,37E-02				4,39E-02	4,37E-02	4,36E-02	4,35E-02	4,28E-02	4,31E-02	4,29E-02	4,36E-02	4,31E-02	4,37E-02	4,35E-02	4,32E-02	4,33E-02
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	Qp =	3,68	3,79	3,74	3,77	3,71			3,49	3,59	3,60	3,75	3,74				3,76	3,75	3,74	3,73	3,67	3,69	3,68	3,74	3,69	3,75	3,73	3,70

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19			2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30				1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11
Vazão total (m³/s)	n.Dp =	6,07E-02	6,25E-02	6,17E-02	6,22E-02	6,12E-02			5,75E-02	5,92E-02	5,95E-02	6,19E-02	6,18E-02				6,20E-02	6,18E-02	6,17E-02	6,15E-02	6,05E-02	6,09E-02	6,07E-02	6,17E-02	6,10E-02	6,18E-02	6,15E-02	6,11E-02	6,13E-02
Vazão por poço	m³/s	Qp =	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	m³/h	Qp =	5,21	5,36	5,29	5,33	5,25			4,93	5,07	5,10	5,30	5,29				5,32	5,30	5,29	5,27	5,18	5,22	5,21	5,29	5,23	5,30	5,27	5,24

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-02	16,52	16,94	15,59
1,00E-03	5,22	5,36	4,93
1,00E-04	1,65	1,63	1,56
1,00E-05	0,52	2,45	2,26
k1 e k2	diminuindo	-68%	
	umentando	216%	
k2 e k3	diminuindo	-68%	
	umentando	216%	
k3 e k4	diminuindo	-68%	
	umentando	216%	
2,10E-04	2,39	2,45	2,26
5,00E-04	3,69	3,79	3,49
1,00E-03	5,22	5,36	4,93

A.6 - Arranjo linear - 2 valas equivalentes - 2 fontes lineares - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poço 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
Cota do topo da camada permeável (m)	744,8	
Número do poço	PBS	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,27 755,47 755,47 754,97 754,97 754,97 754,77 754,47 754,47 754,47 754,47 754,47 754,47 755,37 755,37 755,77 755,77 755,77 755,37 755,77 755,77 755,47 755,27 755,27 754,97 754,97
Cota da camada impermeável (m)	EL.	718,5 718,5
Cota do fundo do poço	EL.	725,8 726 726 725,5 725,5 725,5 725,3 725 721 721 725 721 725 726,5 726,5 726,3 726,3 726,3 726,3 726,5 726,3 726,3 726,3 726,3 726,3 725,8 725,5 725,5
Cota do NA (m)	EL.	750 750

2) Definição das variáveis

Espessura da camada permeável (m)	D =	26,3
Comprimento ao longo do eixo transversal do aquífero	x =	145,86
	W/D	0,6 0,7 0,8 0,9 1
	Ea/D	0,07 0,04 0,02 0,005 0,000
Altura do NA em relação a camada impem. (m)	H =	31,5 31,5
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	Hw =	14,26 13,73 12,95 12,03 12,67 12,53 12,64 12,66 12,71 12,16 11,21 35,97 11,26 12,75 13,40 13,24 13,96 13,16 13,11 12,83 13,50 12,77 12,95 12,47 13,46 13,09 12,16
Comprimento penetrante (m)	ψ =	19,00 18,80 18,80 19,30 19,30 19,30 19,50 19,80 19,80 23,80 23,80 19,80 23,80 19,80 18,30 18,30 18,50 18,50 18,30 18,50 18,50 18,80 19,00 19,00 19,30 19,30 19,30
Fator de correção	W/D =	0,72 0,71 0,71 0,73 0,73 0,73 0,74 0,75 0,75 0,90 0,90 0,75 0,90 0,75 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,70 0,71 0,72 0,72 0,73 0,73 0,73
	Ea/D =	0,04 0,04 0,04 0,03 0,03 0,03 0,03 0,03 0,03 0,01 0,01 0,03 0,01 0,03 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04 0,03 0,03 0,03
LEITURAS DOS INAs	médias	22,51 23,24 24,02 24,44 23,80 23,94 23,63 23,31 23,26 23,81 24,76 24,71 23,22 24,07 24,23 23,31 24,11 24,36 24,44 23,77 24,20 23,82 24,30 23,01 23,38 24,31
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	17,24 17,77 18,55 19,47 18,83 18,97 18,86 18,84 18,79 19,34 20,29 -4,47 20,24 18,75 18,10 18,26 17,54 18,34 18,39 18,67 18,00 18,73 18,55 19,03 18,04 18,41 19,34

3) Cálculo das vazões

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-02
Distância da fonte linear (m)	L =	5172,04 5331,04 5564,93 5658,46 5650,96 5636,93 5802,00 6085,96 6071,57 5626,14 5431,48 5477,27 5262,86 5401,11 5619,93 5566,46 5709,25
Vazão total (m³/s)	n Qp =	2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01 2,56E-01
Vazão por poço	Qp =	0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01
	m³/h	21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92 21,92
média		21,92
máx		21,92
mín		21,91
Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03
Distância da fonte linear (m)	L =	1635,54 1685,82 1759,78 1789,36 1786,99 1782,55 1834,75 1924,55 1920,00 1779,14 1717,59 1732,06 1664,26 1707,98 1777,18 1760,27 1805,42
Vazão total (m³/s)	n Qp =	8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,09E-02 8,09E-02 8,09E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02 8,08E-02
Vazão por poço	Qp =	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
	m³/h	6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93 6,93
média		6,93
máx		6,93
mín		6,93
Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-04
Distância da fonte linear (m)	L =	517,20 533,10 556,49 565,85 565,10 563,69 580,20 608,60 607,16 562,61 543,15 547,73 526,29 540,11 561,99 556,65 570,93
Vazão total (m³/s)	n Qp =	2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,56E-02 2,56E-02 2,56E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02 2,55E-02
Vazão por poço	Qp =	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
	m³/h	2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19
média		2,19
máx		2,19
mín		2,19

A.6 - Arranjo linear - 2 valas equivalentes - 2 fontes lineares - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poço 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-05																											
Distância da fonte linear (m)	L =	163,55	168,58	175,98				178,94	178,70	178,26	183,48	192,46		192,00	177,91	171,76	173,21	166,43				170,80	177,72	176,03	180,54				
Vazão total (m ³ /s)	n.Qp =	8,04E-03	8,04E-03	8,04E-03				8,05E-03	8,05E-03	8,05E-03	8,08E-03	8,08E-03		8,08E-03	8,05E-03	8,04E-03	8,04E-03	8,04E-03				8,04E-03	8,04E-03	8,04E-03	8,05E-03				
Vazão por poço	m ³ /s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				
	m ³ /h	Qp =	0,63	0,63	0,63			0,63	0,63	0,63	0,63	0,63		0,63	0,63	0,63	0,63	0,63				0,63	0,63	0,63	0,63				

média	0,63
máx	0,63
mín	0,63

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	2,10E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	749,50	772,54	806,43				819,39	818,90	816,87	840,79	881,94		879,85	815,31	787,10	793,73	762,66				782,69	814,41	806,66	827,35				
Vazão total (m ³ /s)	n.Qp =	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02				3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,71E-02	3,71E-02		3,71E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02				3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02				
Vazão por poço	m ³ /s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				
	m ³ /h	Qp =	3,17	3,17	3,17			3,17	3,17	3,17	3,18	3,18		3,18	3,17	3,17	3,17	3,17				3,17	3,17	3,17	3,17				

média	3,17
máx	3,18
mín	3,17

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	5,00E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1158,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63				
Vazão total (m ³ /s)	n.Qp =	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02				5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,72E-02	5,72E-02		5,72E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02				5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02				
Vazão por poço	m ³ /s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				
	m ³ /h	Qp =	4,90	4,90	4,90			4,90	4,90	4,90	4,90	4,90		4,90	4,90	4,90	4,90	4,90				4,90	4,90	4,90	4,90				

média	4,90
máx	4,90
mín	4,90

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1635,54	1685,82	1759,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26				1707,98	1777,18	1760,27	1805,42				
Vazão total (m ³ /s)	n.Qp =	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02				8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,09E-02	8,09E-02		8,09E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02				8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02				
Vazão por poço	m ³ /s	Qp =	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00				
	m ³ /h	Qp =	6,93	6,93	6,93			6,93	6,93	6,93	6,93	6,93		6,93	6,93	6,93	6,93	6,93				6,93	6,93	6,93	6,93				

média	6,93
máx	6,93
mín	6,93

A.6 - Arranjo linear - 2 valas equivalentes - 2 fontes lineares - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poço 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-05																											
Distância da fonte linear (m)	L =	176,06	153,97	163,73	157,57	170,62		212,92	194,44	191,17	162,30	163,33				159,96	162,84	164,20	166,32	179,32	174,25	176,23	164,16	173,45	163,12	166,75	171,64	169,41	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	8,04E-03	8,02E-03	8,02E-03	8,02E-03	8,08E-03		8,09E-03	8,04E-03	8,04E-03	8,03E-03	8,03E-03				8,02E-03	8,04E-03	8,04E-03	8,04E-03	8,05E-03	8,05E-03	8,05E-03	8,04E-03	8,03E-03	8,03E-03	8,04E-03	8,04E-03	8,04E-03	
Vazão por poço	m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp=	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69				0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	2,10E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	806,81	705,59	750,31	722,08	781,87		975,72	891,06	876,07	743,76	748,47				733,03	746,21	752,45	762,17	821,75	798,50	807,58	752,27	794,86	747,51	764,14	786,56	776,34	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,71E-02		3,71E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02				3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	3,70E-02	
Vazão por poço	m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp=	3,17	3,17	3,17	3,17	3,18	3,18	3,17	3,17	3,17	3,17				3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	5,00E-04																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46		1505,57	1374,93	1351,81	1147,65	1154,92				1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,72E-02		5,72E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02				5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	5,71E-02	
Vazão por poço	m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp=	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90				4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																											
Distância da fonte linear (m)	L =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19		2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30				1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,09E-02		8,09E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02				8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	8,08E-02	
Vazão por poço	m³/s	Qp=	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	m³/h	Qp=	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93				6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	6,93	

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-02	21,92	21,92	21,91
1,00E-03	6,93	6,93	6,93
1,00E-04	2,19	2,19	2,19
1,00E-05	0,69	3,18	3,17
k1 e k2	diminuindo	-68%	
	aumentando	216%	
k2 e k3	diminuindo	-68%	
	aumentando	217%	
k3 e k4	diminuindo	-68%	
	aumentando	217%	

2,10E-04	3,17	3,18	3,17
5,00E-04	4,90	4,90	4,90
1,00E-03	6,93	6,93	6,93

B.1.1 - Fonte circular - Aquífero livre - Totalmente penetrante - Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																										
Raio de influência (m)		R =	163,55	168,58	175,38				178,94	178,70	178,26	183,48	192,46			192,00	177,91	171,76	173,21	166,43				170,80	177,72	176,03	180,54		
Vazão total (m³/s)		n Qp =	1,12E-02	1,11E-02	1,09E-02				1,08E-02	1,08E-02	1,08E-02	1,07E-02	1,05E-02			1,05E-02	1,08E-02	1,10E-02	1,10E-02	1,11E-02				1,10E-02	1,08E-02	1,09E-02	1,08E-02		
Vazão por poço		m³/s	2,66E-04	2,63E-04	2,59E-04				2,57E-04	2,57E-04	2,58E-04	2,55E-04	2,49E-04			2,49E-04	2,58E-04	2,62E-04	2,61E-04	2,65E-04				2,62E-04	2,58E-04	2,59E-04	2,56E-04		
		m³/h	Qp=	0,96	0,95	0,93			0,93	0,93	0,93	0,92	0,90			0,90	0,93	0,94	0,94	0,95				0,94	0,93	0,93	0,92		

média	0,94
máx	0,98
mín	0,85

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																										
Raio de influência (m)		R =	749,50	772,54	806,43				819,39	818,30	816,87	840,79	881,94			879,85	815,31	787,10	793,73	762,66				782,69	814,41	806,66	827,35		
Vazão total (m³/s)		n Qp =	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01				1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,09E-01			1,09E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01				1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01		
Vazão por poço		m³/s	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03				2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,60E-03			2,60E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03				2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03		
		m³/h	Qp=	3,44	3,45	3,44			3,43	3,43	3,43	3,42	3,36			3,36	3,44	3,45	3,45	3,45				3,45	3,44	3,44	3,43		

média	3,42
máx	3,45
mín	3,15

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																										
Raio de influência (m)		R =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86			1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63		
Vazão total (m³/s)		n Qp =	2,28E-01	2,28E-01	2,29E-01				2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,27E-01			2,28E-01	2,29E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01				2,28E-01	2,29E-01	2,29E-01	2,28E-01		
Vazão por poço		m³/s	5,42E-03	5,43E-03	5,44E-03				5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,42E-03			5,42E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,43E-03				5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03		
		m³/h	Qp=	19,53	19,57	19,59			19,58	19,58	19,59	19,57	19,50			19,50	19,59	19,58	19,58	19,55				19,58	19,59	19,59	19,58		

média	19,54
máx	19,59
mín	19,13

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																										
Raio de influência (m)		R =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86			1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63		
Vazão total (m³/s)		n Qp =	4,56E-01	4,57E-01	4,57E-01				4,57E-01	4,57E-01	4,57E-01	4,57E-01	4,55E-01			4,55E-01	4,57E-01	4,57E-01	4,57E-01	4,56E-01				4,57E-01	4,57E-01	4,57E-01	4,57E-01		
Vazão por poço		m³/s	1,08E-02	1,09E-02	1,09E-02				1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,08E-02			1,08E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02				1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02		
		m³/h	Qp=	39,06	39,13	39,17			39,17	39,17	39,17	39,14	38,99			39,00	39,17	39,16	39,17	39,10				39,15	39,17	39,17	39,16		

média	39,08
máx	39,17
mín	38,26

B.1.1 - Fonte circular - Aquífero livre - Totalmente penetrante - Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-05																											
Raio de influência (m)	R =	176,06	153,97	163,73	157,57	170,62		212,92	194,44	191,17	162,30	163,33				159,96	162,84	164,20	166,32	179,32	174,25	176,23	164,16	173,45	163,12	166,75	171,64	169,41	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,09E-02	1,14E-02	1,12E-02	1,13E-02	1,10E-02		9,90E-03	1,04E-02	1,05E-02	1,12E-02	1,12E-02				1,13E-02	1,12E-02	1,12E-02	1,11E-02	1,08E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,12E-02	1,09E-02	1,12E-02	1,11E-02	1,10E-02	1,10E-02	
Vazão por poço	m³/s	Qp =	2,59E-04	2,72E-04	2,66E-04	2,70E-04	2,62E-04		2,36E-04	2,48E-04	2,50E-04	2,67E-04	2,67E-04			2,69E-04	2,67E-04	2,66E-04	2,65E-04	2,57E-04	2,60E-04	2,53E-04	2,66E-04	2,61E-04	2,67E-04	2,65E-04	2,62E-04	2,63E-04	
	m³/h	Qp =	0,93	0,98	0,96	0,97	0,94		0,85	0,89	0,90	0,96	0,96			0,97	0,96	0,96	0,95	0,93	0,94	0,93	0,96	0,94	0,96	0,95	0,94	0,95	

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	2,10E-04																											
Raio de influência (m)	R =	806,81	705,59	750,31	722,08	781,87		975,72	891,06	876,07	743,76	748,47				733,03	746,21	752,45	762,17	821,75	798,50	807,58	752,27	794,86	747,51	764,14	786,56	776,34	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01		1,07E-01	1,09E-01	1,09E-01	1,10E-01	1,10E-01				1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	1,10E-01	
Vazão por poço	m³/s	Qp =	2,62E-03	2,61E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03		2,54E-03	2,60E-03	2,60E-03	2,62E-03	2,62E-03			2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	2,62E-03	
	m³/h	Qp =	9,44	9,41	9,44	9,43	9,45		9,15	9,35	9,37	9,44	9,44			9,44	9,44	9,44	9,45	9,43	9,44	9,44	9,44	9,44	9,45	9,44	9,45	9,45	

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	5,00E-04																											
Raio de influência (m)	R =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46		1505,57	1374,93	1351,81	1147,65	1154,92				1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	2,29E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,27E-01	2,28E-01		2,23E-01	2,27E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01				2,27E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,29E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	2,28E-01	
Vazão por poço	m³/s	Qp =	5,44E-03	5,39E-03	5,43E-03	5,41E-03	5,44E-03		5,31E-03	5,41E-03	5,42E-03	5,42E-03	5,42E-03			5,41E-03	5,42E-03	5,43E-03	5,43E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	5,44E-03	
	m³/h	Qp =	19,59	19,41	19,53	19,46	19,58		19,13	19,47	19,51	19,52	19,53			19,49	19,52	19,53	19,55	19,58	19,59	19,59	19,59	19,53	19,58	19,53	19,55	19,58	

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																											
Raio de influência (m)	R =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46		1505,57	1374,93	1351,81	1147,65	1154,92				1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92	
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	4,57E-01	4,53E-01	4,56E-01	4,54E-01	4,57E-01		4,46E-01	4,54E-01	4,55E-01	4,55E-01	4,56E-01				4,55E-01	4,56E-01	4,56E-01	4,56E-01	4,57E-01	4,57E-01	4,57E-01	4,56E-01	4,57E-01	4,56E-01	4,56E-01	4,57E-01	4,57E-01	
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,09E-02	1,08E-02	1,09E-02	1,08E-02	1,09E-02		1,08E-02	1,08E-02	1,08E-02	1,08E-02	1,08E-02			1,08E-02	1,08E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,09E-02	1,08E-02	1,09E-02	1,09E-02	
	m³/h	Qp =	39,17	38,82	39,06	38,92	39,15		38,26	38,95	39,02	39,03	39,05			38,98	39,05	39,07	39,10	39,17	39,17	39,17	39,17	39,07	39,17	39,05	39,11	39,16	

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-02	270,19	272,21	265,44
1,00E-03	35,42	35,54	34,87
1,00E-04	5,14	5,17	4,94
1,00E-05	0,94	9,45	9,15

k1 e k2	diminuindo	-87%
	aumentando	663%
k2 e k3	diminuindo	-85%
	aumentando	589%
k3 e k4	diminuindo	-82%
	aumentando	448%

2,10E-04	9,42	9,45	9,15
5,00E-04	19,54	19,59	19,13
1,00E-03	39,08	39,17	38,26

B.1.2 - Fonte circular - Aquífero livre - Parcialmente penetrante - Poços 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,27	755,47	755,47	754,97	754,97	754,97	754,77	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	755,97	755,97	755,77	755,77	755,77	755,77	755,77	755,77	755,27	755,27	754,97	754,97	754,97	
Cota da camada impermeável (m)	EL.	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5
Cota do fundo do poço	EL.	725,8	726	726	725,5	725,5	725,5	725,3	725	725	721	721	725	721	725	726,5	726,5	726,3	726,3	726,5	726,3	726,3	726,3	726,3	726	725,8	725,8	725,5	725,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r eq =	42,68																												
Altura do NA dentro do poço	t =	hw																												
Distância do fundo do poço à camada impermeável	s =	7,30	7,50	7,50	7,00	7,00	7,00	6,80	6,50	6,50	2,50	2,50	6,50	2,50	6,50	8,00	8,00	7,80	7,80	8,00	7,80	7,80	7,50	7,30	7,30	7,00	7,00	7,00		
Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	14,26	13,73	12,95	12,03	12,67	12,53	12,64	12,66	12,71	12,16	11,21	35,97	11,26	12,75	13,40	13,24	13,96	13,16	13,11	12,83	13,50	12,77	12,95	12,47	13,46	13,09	12,16		
LEITURAS DOS INAs	médias	22,51	23,24	24,02	24,44	23,80	23,94	23,63	23,31	23,26	23,81	24,76		24,71	23,22	24,07	24,23	23,31	24,11	24,36	24,44	23,77	24,20	23,82	24,30	23,01	23,38	24,31		
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	17,24	17,77	18,55	19,47	18,83	18,97	18,86	18,84	18,79	19,34	20,29	-4,47	20,24	18,75	18,10	18,26	17,54	18,34	18,39	18,67	18,00	18,73	18,55	19,03	18,04	18,41	19,34		

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-02																													
Raio de influência (m)		R =	5172,04	5331,04	5564,93				5658,46	5650,96	5636,33	5802,00	6085,96		6071,57	5626,14	5431,48	5477,27	5262,86							5401,11	5619,93	5566,46	5709,25			
Vazão total (m³/s)		n Qp =	5,17E+00	5,23E+00	5,32E+00				5,35E+00	5,35E+00	5,34E+00	5,40E+00	5,49E+00		5,48E+00	5,34E+00	5,27E+00	5,29E+00	5,20E+00							5,26E+00	5,34E+00	5,32E+00	5,37E+00			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	1,23E-01	1,25E-01	1,27E-01				1,27E-01	1,27E-01	1,27E-01	1,29E-01	1,31E-01		1,31E-01	1,27E-01	1,25E-01	1,26E-01	1,24E-01						1,25E-01	1,27E-01	1,27E-01	1,28E-01			
		m³/h	Qp =	442,82	448,32	455,87				458,71	458,48	458,06	462,87	470,42		470,06	457,74	451,64	453,11	446,00						450,65	457,55	455,91	460,21			
média			452,76																													
máx			484,29																													
mín			431,51																													
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																													
Raio de influência (m)		R =	1635,54	1685,82	1759,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26							1707,98	1777,18	1760,27	1805,42			
Vazão total (m³/s)		n Qp =	6,80E-01	6,87E-01	6,96E-01				7,00E-01	7,00E-01	6,99E-01	7,05E-01	7,15E-01		7,14E-01	6,99E-01	6,91E-01	6,93E-01	6,84E-01							6,90E-01	6,99E-01	6,97E-01	7,02E-01			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	1,62E-02	1,64E-02	1,66E-02				1,67E-02	1,67E-02	1,66E-02	1,68E-02	1,70E-02		1,70E-02	1,66E-02	1,65E-02	1,65E-02	1,63E-02							1,64E-02	1,66E-02	1,66E-02	1,67E-02		
		m³/h	Qp =	58,26	58,87	59,70				60,01	59,98	59,94	60,46	61,26		61,22	59,90	59,24	59,40	58,62							59,13	59,88	59,70	60,17		
média			59,35																													
máx			62,69																													
mín			57,01																													
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-04																													
Raio de influência (m)		R =	517,20	533,10	556,49				565,85	565,10	563,69	580,20	608,60		607,16	562,61	543,15	547,73	526,29							540,11	561,99	556,65	570,93			
Vazão total (m³/s)		n Qp =	9,93E-02	1,00E-01	1,01E-01				1,01E-01	1,01E-01	1,01E-01	1,02E-01	1,02E-01		1,02E-01	1,01E-01	1,00E-01	1,01E-01	9,97E-02							1,00E-01	1,01E-01	1,01E-01	1,01E-01			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	2,37E-03	2,38E-03	2,40E-03				2,41E-03	2,41E-03	2,41E-03	2,42E-03	2,44E-03		2,44E-03	2,41E-03	2,39E-03	2,39E-03	2,37E-03							2,39E-03	2,41E-03	2,40E-03	2,41E-03		
		m³/h	Qp =	8,52	8,57	8,65				8,67	8,67	8,67	8,71	8,78		8,78	8,66	8,60	8,62	8,55							8,59	8,66	8,65	8,69		
média			8,61																													
máx			8,89																													
mín			8,40																													

B.1.2 - Fonte circular - Aquífero livre - Parcialmente penetrante - Poços 27 a 54

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,37	756,37	756,37	756,37	756,47	756,77	756,47	756,47	756,47	756,47	756,47	756,27	755,37	755,37	756,77	755,37	755,37	755,37	754,37	754,37	754,37	755,37	756,27	756,47	755,47	755,77	755,37	
Cota da camada impermeável (m)	EL.	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	
Cota do fundo do poço	EL.	726,5	727,5	727,5	727,5	719,5	727,3	719,5	727	727	727	727	727	726,8	726,5	726,5	727,3	726,5	726,5	726,5	725,5	725,5	725,5	726,5	726,8	727	726	726,3	726,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	req =	42,68																												
Altura do NA dentro do poço	t =	hw																												
Distância do fundo do poço à camada impermeável	s =	8,00	9,00	9,00	9,00	1,00	8,80	1,00	8,50	8,50	8,50	8,50	8,30	8,00	8,00	8,80	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	7,00	8,00	8,30	8,50	7,50	7,80	8,00		
Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	12,34	15,27	14,24	14,89	13,52	38,27	9,06	11,00	11,35	14,39	14,28	14,82	14,37	13,85	14,84	14,34	14,19	13,37	12,80	13,13	12,32	14,20	13,22	14,31	13,32	13,41	13,64		
LEITURAS DOS INAs	médias	24,53	23,20	24,23	23,58	24,45	28,31	26,37	26,62	23,58	23,69	22,95	23,10	23,62	23,63	23,13	23,28	23,50	23,87	23,34	23,55	23,27	24,55	23,66	23,05	23,86	23,83			
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	18,56	16,23	17,26	16,61	17,98	-6,77	22,44	20,50	20,15	17,11	17,22	16,68	17,13	17,65	16,86	17,16	17,31	17,53	18,90	18,37	18,58	17,30	18,28	17,19	17,58	18,09	17,86		

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-02																												
Raio de influência (m)	R =	5587,49	4869,04	5177,64	4982,86	5395,45	6733,11	6148,89	6045,46	5132,43	5164,95					5058,39	5149,34	5192,39	5259,51	5670,64	5510,17	5572,86	5191,18	5485,04	5158,28	5273,10	5427,79	5357,25		
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	5,32E+00	5,03E+00	5,17E+00	5,08E+00	5,26E+00	5,65E+00	5,51E+00	5,49E+00	5,16E+00	5,16E+00					5,12E+00	5,16E+00	5,17E+00	5,20E+00	5,36E+00	5,30E+00	5,32E+00	5,17E+00	5,23E+00	5,16E+00	5,21E+00	5,27E+00	5,24E+00		
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,27E-01	1,20E-01	1,23E-01	1,21E-01	1,25E-01	1,35E-01	1,31E-01	1,30E-01	1,23E-01	1,23E-01				1,22E-01	1,23E-01	1,23E-01	1,24E-01	1,26E-01	1,26E-01	1,27E-01	1,23E-01	1,26E-01	1,23E-01	1,24E-01	1,25E-01	1,25E-01		
	m³/h	Qp =	455,34	431,51	443,02	435,89	450,46	484,29	471,37	469,40	441,40	442,57				438,71	442,01	443,54	445,88	453,07	454,16	456,11	443,50	453,36	442,33	446,35	451,52	449,20		

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																												
Raio de influência (m)	R =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19	2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30					1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11		
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	6,37E-01	6,65E-01	6,80E-01	6,71E-01	6,90E-01	7,31E-01	7,17E-01	7,13E-01	6,78E-01	6,79E-01					6,74E-01	6,79E-01	6,81E-01	6,84E-01	7,01E-01	6,94E-01	6,97E-01	6,81E-01	6,93E-01	6,79E-01	6,84E-01	6,91E-01	6,88E-01		
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,66E-02	1,58E-02	1,62E-02	1,60E-02	1,64E-02	1,74E-02	1,71E-02	1,70E-02	1,61E-02	1,62E-02				1,61E-02	1,62E-02	1,62E-02	1,63E-02	1,67E-02	1,65E-02	1,66E-02	1,62E-02	1,65E-02	1,62E-02	1,63E-02	1,65E-02	1,64E-02		
	m³/h	Qp =	59,71	57,01	58,29	57,49	59,11	62,69	61,43	61,15	58,11	58,24				57,81	58,18	58,34	58,60	60,05	59,51	59,72	58,34	59,42	58,21	58,65	59,22	58,37		

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-04																												
Raio de influência (m)	R =	556,75	486,30	517,76	498,29	539,54	673,31	614,89	604,55	513,24	516,49					505,84	514,93	519,24	525,95	567,06	551,02	557,29	519,12	548,50	515,83	527,31	542,78	535,72		
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,01E-01	9,80E-02	9,94E-02	9,85E-02	1,00E-01	1,04E-01	1,03E-01	1,02E-01	9,92E-02	9,93E-02					9,88E-02	9,92E-02	9,94E-02	9,97E-02	1,01E-01	1,01E-01	1,01E-01	9,94E-02	1,01E-01	9,93E-02	9,98E-02	1,00E-01	1,00E-01		
Vazão por poço	m³/s	Qp =	2,40E-03	2,33E-03	2,37E-03	2,35E-03	2,39E-03	2,47E-03	2,44E-03	2,44E-03	2,36E-03	2,36E-03				2,35E-03	2,36E-03	2,37E-03	2,37E-03	2,41E-03	2,40E-03	2,40E-03	2,37E-03	2,39E-03	2,36E-03	2,38E-03	2,39E-03	2,38E-03		
	m³/h	Qp =	8,65	8,40	8,52	8,44	8,59	8,89	8,79	8,77	8,50	8,51				8,47	8,51	8,52	8,55	8,68	8,63	8,65	8,52	8,62	8,51	8,55	8,60	8,58		

B.1.2 - Fonte circular - Aquífero livre - Parcialmente penetrante - Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																										
Raio de influência (m)		R =	163,55	168,58	175,98				178,34	178,70	178,26	183,48	192,46		192,00	177,31	171,76	173,21	166,43				170,80	177,72	176,03	180,54			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,84E-02	1,84E-02	1,83E-02				1,82E-02	1,83E-02	1,83E-02	1,82E-02	1,81E-02		1,81E-02	1,83E-02	1,83E-02	1,83E-02	1,84E-02				1,84E-02	1,83E-02	1,83E-02	1,82E-02			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	4,39E-04	4,38E-04	4,35E-04			4,34E-04	4,35E-04	4,35E-04	4,33E-04	4,30E-04		4,30E-04	4,35E-04	4,37E-04	4,36E-04	4,36E-04				4,37E-04	4,35E-04	4,35E-04	4,34E-04			
		m³/h	Qp =	1,58	1,58	1,57			1,56	1,56	1,56	1,56	1,55		1,55	1,57	1,57	1,57	1,57				1,57	1,57	1,57	1,56			
		média		1,57																									
		máx		1,59																									
		mín		1,53																									
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																										
Raio de influência (m)		R =	743,50	772,54	806,43				819,99	818,90	816,87	840,79	881,94		879,85	815,31	787,10	793,73	762,66				782,69	814,41	806,66	827,35			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,82E-01	1,83E-01	1,85E-01				1,86E-01	1,86E-01	1,86E-01	1,87E-01	1,89E-01		1,89E-01	1,86E-01	1,84E-01	1,84E-01	1,82E-01				1,84E-01	1,86E-01	1,85E-01	1,86E-01			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	4,32E-03	4,36E-03	4,41E-03			4,42E-03	4,42E-03	4,42E-03	4,45E-03	4,43E-03		4,49E-03	4,42E-03	4,36E-03	4,39E-03	4,34E-03				4,37E-03	4,42E-03	4,41E-03	4,43E-03			
		m³/h	Qp =	15,57	15,63	15,87			15,93	15,32	15,91	16,02	16,18		16,17	15,91	15,77	15,80	15,64				15,75	15,90	15,87	15,96			
		média		15,79																									
		máx		16,45																									
		mín		15,30																									
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																										
Raio de influência (m)		R =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,53	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	3,76E-01	3,79E-01	3,84E-01				3,86E-01	3,86E-01	3,85E-01	3,88E-01	3,93E-01		3,93E-01	3,85E-01	3,81E-01	3,82E-01	3,78E-01				3,81E-01	3,85E-01	3,84E-01	3,87E-01			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	8,94E-03	9,03E-03	9,14E-03			9,19E-03	9,18E-03	9,18E-03	9,25E-03	9,36E-03		9,36E-03	9,17E-03	9,06E-03	9,10E-03	8,99E-03				9,06E-03	9,17E-03	9,14E-03	9,21E-03			
		m³/h	Qp =	32,19	32,50	32,92			33,07	33,06	33,04	33,30	33,70		33,68	33,02	32,68	32,76	32,37				32,63	33,01	32,92	33,15			
		média		32,74																									
		máx		34,39																									
		mín		31,55																									
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																										
Raio de influência (m)		R =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,53	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	7,51E-01	7,58E-01	7,68E-01				7,72E-01	7,71E-01	7,71E-01	7,77E-01	7,86E-01		7,86E-01	7,70E-01	7,63E-01	7,65E-01	7,55E-01				7,61E-01	7,70E-01	7,68E-01	7,74E-01			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	1,79E-02	1,81E-02	1,83E-02			1,84E-02	1,84E-02	1,84E-02	1,85E-02	1,87E-02		1,87E-02	1,83E-02	1,82E-02	1,82E-02	1,80E-02				1,81E-02	1,83E-02	1,83E-02	1,84E-02			
		m³/h	Qp =	64,38	65,00	65,83			66,14	66,12	66,07	66,59	67,39		67,36	66,04	65,37	65,53	64,74				65,26	66,02	65,84	66,31			
		média		65,48																									
		máx		68,79																									
		mín		63,11																									

B.1.2 – Fonte circular – Aquífero livre – Parcialmente penetrante – Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k = 1,00E-05																											
Raio de influência (m)		R = 176,06 153,97 163,73 157,57 170,62 212,92 194,44 191,17 162,30 163,33 159,96 162,84 164,20 166,32 179,32 174,25 176,23 164,16 173,45 163,12 166,75 171,64 169,41																											
Vazão total (m³/s)		n.Qp = 1,83E-02 1,86E-02 1,84E-02 1,85E-02 1,84E-02 1,78E-02 1,80E-02 1,61E-02 1,85E-02																											
Vazão por poço		Qp = 4,35E-04 4,43E-04 4,33E-04 4,41E-04 4,37E-04 4,24E-04 4,30E-04 4,31E-04 4,40E-04 4,39E-04 4,40E-04 4,39E-04 4,38E-04 4,34E-04 4,36E-04 4,38E-04 4,34E-04 4,36E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04 4,38E-04																											
		m³/s Qp = 1,57 1,59 1,58 1,59 1,57 1,53 1,55 1,55 1,58 1,58 1,59 1,58 1,58 1,58 1,56 1,57 1,57 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58																											
		m³/h Qp = 1,57 1,59 1,58 1,59 1,57 1,53 1,55 1,55 1,58 1,58 1,59 1,58 1,58 1,58 1,56 1,57 1,57 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58 1,58																											

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k = 2,10E-04																											
Raio de influência (m)		R = 806,81 705,59 750,31 722,08 781,87 975,72 891,06 876,07 743,76 748,47 733,03 746,21 752,45 762,17 821,75 798,50 807,58 752,27 794,86 747,51 764,14 786,56 776,34																											
Vazão total (m³/s)		n.Qp = 1,85E-01 1,79E-01 1,82E-01 1,80E-01 1,84E-01 1,92E-01 1,83E-01 1,83E-01 1,81E-01 1,82E-01 1,80E-01 1,81E-01 1,82E-01 1,82E-01 1,86E-01 1,85E-01 1,85E-01 1,82E-01 1,84E-01 1,81E-01 1,83E-01 1,84E-01 1,83E-01 1,83E-01 1,83E-01 1,83E-01 1,83E-01 1,83E-01 1,83E-01 1,83E-01																											
Vazão por poço		Qp = 4,41E-03 4,25E-03 4,33E-03 4,28E-03 4,37E-03 4,57E-03 4,50E-03 4,49E-03 4,32E-03 4,32E-03 4,30E-03 4,32E-03 4,33E-03 4,34E-03 4,43E-03 4,40E-03 4,41E-03 4,33E-03 4,39E-03 4,32E-03 4,35E-03 4,38E-03 4,37E-03 4,37E-03 4,37E-03 4,37E-03 4,37E-03 4,37E-03 4,37E-03 4,37E-03																											
		m³/s Qp = 15,87 15,30 15,57 15,40 15,74 16,45 16,21 16,16 15,53 15,56 15,47 15,55 15,58 15,64 15,94 15,83 15,87 15,58 15,81 15,56 15,65 15,77 15,71																											
		m³/h Qp = 15,87 15,30 15,57 15,40 15,74 16,45 16,21 16,16 15,53 15,56 15,47 15,55 15,58 15,64 15,94 15,83 15,87 15,58 15,81 15,56 15,65 15,77 15,71																											

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k = 5,00E-04																											
Raio de influência (m)		R = 1244,93 1088,75 1157,76 1114,20 1206,46 1505,57 1374,93 1351,81 1147,65 1154,92 1131,09 1151,43 1161,05 1176,06 1267,99 1232,11 1246,13 1160,78 1226,49 1153,43 1173,10 1213,69 1197,92																											
Vazão total (m³/s)		n.Qp = 3,84E-01 3,68E-01 3,76E-01 3,71E-01 3,81E-01 4,01E-01 3,94E-01 3,93E-01 3,75E-01 3,75E-01 3,73E-01 3,75E-01 3,76E-01 3,78E-01 3,86E-01 3,83E-01 3,84E-01 3,76E-01 3,82E-01 3,75E-01 3,78E-01 3,81E-01 3,80E-01 3,80E-01 3,80E-01 3,80E-01 3,80E-01 3,80E-01 3,80E-01 3,80E-01																											
Vazão por poço		Qp = 9,14E-03 8,76E-03 8,95E-03 8,83E-03 9,06E-03 9,55E-03 9,38E-03 9,35E-03 8,92E-03 8,94E-03 8,88E-03 8,93E-03 8,95E-03 8,99E-03 9,19E-03 9,12E-03 9,15E-03 8,95E-03 9,11E-03 8,93E-03 9,00E-03 9,08E-03 9,04E-03 9,04E-03 9,04E-03 9,04E-03 9,04E-03 9,04E-03 9,04E-03 9,04E-03																											
		m³/s Qp = 32,32 31,55 32,20 31,80 32,62 34,39 33,78 33,64 32,11 32,18 31,96 32,15 32,23 32,36 33,09 32,82 32,93 32,23 32,78 32,16 32,39 32,68 32,55																											
		m³/h Qp = 32,32 31,55 32,20 31,80 32,62 34,39 33,78 33,64 32,11 32,18 31,96 32,15 32,23 32,36 33,09 32,82 32,93 32,23 32,78 32,16 32,39 32,68 32,55																											

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k = 1,00E-03																											
Raio de influência (m)		R = 1244,93 1088,75 1157,76 1114,20 1206,46 1505,57 1374,93 1351,81 1147,65 1154,92 1131,09 1151,43 1161,05 1176,06 1267,99 1232,11 1246,13 1160,78 1226,49 1153,43 1173,10 1213,69 1197,92																											
Vazão total (m³/s)		n.Qp = 7,68E-01 7,36E-01 7,51E-01 7,42E-01 7,61E-01 8,03E-01 7,88E-01 7,85E-01 7,49E-01 7,51E-01 7,46E-01 7,50E-01 7,52E-01 7,55E-01 7,72E-01 7,66E-01 7,68E-01 7,52E-01 7,65E-01 7,51E-01 7,56E-01 7,62E-01 7,59E-01 7,59E-01 7,59E-01 7,59E-01 7,59E-01 7,59E-01 7,59E-01 7,59E-01																											
Vazão por poço		Qp = 1,83E-02 1,75E-02 1,79E-02 1,77E-02 1,81E-02 1,91E-02 1,88E-02 1,87E-02 1,78E-02 1,79E-02 1,78E-02 1,79E-02 1,79E-02 1,80E-02 1,84E-02 1,82E-02 1,83E-02 1,79E-02 1,82E-02 1,79E-02 1,82E-02 1,80E-02 1,82E-02 1,82E-02 1,82E-02 1,82E-02 1,82E-02 1,82E-02 1,82E-02 1,82E-02																											
		m³/s Qp = 65,84 63,11 64,41 63,60 65,24 68,79 67,56 67,29 64,23 64,36 63,32 64,29 64,47 64,73 66,16 65,64 65,86 64,46 65,56 64,33 64,78 65,35 65,10																											
		m³/h Qp = 65,84 63,11 64,41 63,60 65,24 68,79 67,56 67,29 64,23 64,36 63,32 64,29 64,47 64,73 66,16 65,64 65,86 64,46 65,56 64,33 64,78 65,35 65,10																											

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	min
1,00E-02	452,76	484,29	431,51
1,00E-03	59,35	62,69	57,01
1,00E-04	8,61	8,89	8,40
1,00E-05	1,57	16,45	15,30
k1 e k2	diminuindo	-87%	
	aumentando	663%	
k2 e k3	diminuindo	-85%	
	aumentando	589%	
k3 e k4	diminuindo	-82%	
	aumentando	449%	
2,10E-04	15,79	16,45	15,30
5,00E-04	32,74	34,39	31,55
1,00E-03	65,48	68,79	63,11

B.2.1 – Fonte circular – Aquífero confinado – Totalmente penetrante – Poços 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42																										
Cota do topo da camada permeável (m)		744,8																										
Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,27	755,47	755,47	754,37	754,37	754,37	754,77	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	755,37	755,37	755,77	755,77	755,37	755,77	755,77	755,47	755,27	755,27	754,37	754,37	754,37
Cota da camada impermeável (m)	EL.	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r eq =	42,68																										
Espessura da camada permeável (m)	D =	17,3																										
Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
Altura do NA no poço (m) – MÉDIAS	hw =	5,26	4,73	3,95	3,03	3,67	3,53	3,64	3,66	3,71	3,16	2,21	26,37	2,26	3,75	4,40	4,24	4,96	4,16	4,11	3,83	4,50	3,77	3,95	3,47	4,46	4,09	3,16
LEITURAS DOS INAs	médias	22,51	23,24	24,02	24,44	23,80	23,34	23,63	23,31	23,26	23,81	24,76	24,71	23,22	24,07	24,23	23,31	24,11	24,36	24,44	23,77	24,20	23,82	24,30	23,01	23,38	24,31	
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	17,24	17,77	18,55	19,47	18,83	18,97	18,86	18,84	18,79	19,34	20,29	-4,47	20,24	18,75	18,10	18,26	17,54	18,34	18,39	18,67	18,00	18,73	18,55	19,03	18,04	18,41	19,34

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-02																														
Raio de influência (m)	R =	5172,04	5331,04	5564,93				5658,46	5650,96	5636,93	5802,00	6085,96		6071,57	5626,14	5431,48	5477,27	5262,86								5401,11	5619,93	5566,46	5709,25			
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	3,51E+00	4,00E+00	4,14E+00				4,20E+00	4,19E+00	4,19E+00	4,28E+00	4,45E+00		4,44E+00	4,18E+00	4,08E+00	4,03E+00	3,96E+00								4,04E+00	4,17E+00	4,14E+00	4,23E+00			
Vazão por poço	m³/s	Qp =	3,30E-02	3,53E-02	3,66E-02			3,93E-02	3,96E-02	3,96E-02	1,02E-01	1,06E-01		1,09E-01	9,94E-02	9,67E-02	9,73E-02	9,43E-02								3,63E-02	3,93E-02	3,86E-02	1,01E-01			
	m³/h	Qp =	334,63	342,95	354,84			393,58	393,20	398,49	366,82	381,07		380,35	357,34	348,07	350,40	339,47								346,52	357,63	354,32	362,14			
	média	350,94																														
	máx	413,17																														
	mín	319,23																														
Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																														
Raio de influência (m)	R =	1635,54	1685,82	1753,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26								1707,98	1777,18	1760,27	1805,42			
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	5,14E-01	5,25E-01	5,42E-01				5,49E-01	5,48E-01	5,47E-01	5,59E-01	5,79E-01		5,78E-01	5,46E-01	5,33E-01	5,36E-01	5,21E-01								5,30E-01	5,46E-01	5,42E-01	5,52E-01			
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,22E-02	1,25E-02	1,29E-02			1,31E-02	1,31E-02	1,30E-02	1,33E-02	1,38E-02		1,38E-02	1,30E-02	1,27E-02	1,28E-02	1,24E-02								1,26E-02	1,30E-02	1,29E-02	1,32E-02			
	m³/h	Qp =	44,06	45,04	46,47			47,04	46,39	46,91	47,91	49,63		49,54	46,84	45,85	45,93	44,62								45,47	46,80	46,48	47,35			
	média	46,00																														
	máx	53,48																														
	mín	42,17																														
Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-04																														
Raio de influência (m)	R =	517,20	533,10	556,49				565,85	565,10	563,69	580,20	608,60		607,16	562,61	543,15	547,73	526,29								540,11	561,99	556,65	570,93			
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	7,51E-02	7,85E-02	7,85E-02				7,93E-02	7,93E-02	7,91E-02	8,06E-02	8,30E-02		8,23E-02	7,90E-02	7,74E-02	7,78E-02	7,59E-02								7,71E-02	7,90E-02	7,85E-02	7,98E-02			
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,79E-03	1,82E-03	1,87E-03			1,89E-03	1,89E-03	1,88E-03	1,92E-03	1,98E-03		1,97E-03	1,89E-03	1,84E-03	1,85E-03	1,81E-03								1,84E-03	1,89E-03	1,87E-03	1,90E-03			
	m³/h	Qp =	6,44	6,56	6,73			6,80	6,79	6,78	6,90	7,11		7,10	6,78	6,63	6,67	6,51								6,61	6,77	6,73	6,84			
	média	6,67																														
	máx	7,58																														
	mín	6,21																														

B.2.1 - Fonte circular - Aquífero confinado - Totalmente penetrante - Poços 27 a 54

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Cota do topo da camada permeável (m)		744,6																										
Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Cota do topo do poço (m)	EL.	755,97	756,97	756,97	756,97	756,47	756,77	756,47	756,47	756,47	756,47	756,47	756,27	755,97	755,97	756,77	755,97	755,97	755,97	754,97	754,97	754,97	755,97	756,27	756,47	755,47	755,77	755,97
Cota da camada impermeável (m)	EL.	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5	727,5
Cota do NA (m)	EL.	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r eq =	42,68
Espessura da camada permeável (m)	D =	17,3

Altura do NA em relação a camada impem. (m)	H =	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
Altura do NA no poço (m) - MÉDIAS	hw =	3,34	6,27	5,24	5,89	4,52	29,27	0,06	2,00	2,35	5,39	5,28	5,82	5,37	4,85	5,64	5,34	5,19	4,37	3,60	4,13	3,32	5,20	4,22	5,31	4,92	4,41	4,64
LEITURAS DOS INAs	médias	24,53	23,20	24,23	23,58	24,45		28,91	26,37	26,62	23,58	23,69	22,95	23,10	23,62	23,63	23,13	23,28	23,50	23,87	23,34	23,55	23,27	24,55	23,66	23,05	23,86	23,83

Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	18,56	18,23	17,26	16,61	17,98	-6,77	22,44	20,50	20,15	17,11	17,22	16,68	17,13	17,65	16,86	17,16	17,31	17,53	18,30	18,37	18,58	17,30	18,28	17,19	17,58	18,09	17,86
------------------------------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-02																												
Raio de influência (m)		R =	5567,49	4869,04	5177,64	4982,86	5395,45		6733,11	6148,89	6045,46	5132,43	5164,95						5058,39	5149,34	5192,39	5259,51	5670,64	5510,17	5572,86	5191,18	5485,04	5158,28	5273,10	5427,79	5357,25
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	4,14E+00	3,72E+00	3,91E+00	3,79E+00	4,04E+00		4,82E+00	4,48E+00	4,42E+00	3,88E+00	3,90E+00						3,84E+00	3,89E+00	3,92E+00	3,96E+00	4,20E+00	4,11E+00	4,14E+00	3,92E+00	4,09E+00	3,90E+00	3,97E+00	4,06E+00	4,02E+00
Vazão por poço		m³/s	Qp =	9,86E-02	8,87E-02	9,31E-02	9,03E-02	9,62E-02		1,15E-01	1,07E-01	1,05E-01	9,24E-02	9,29E-02					9,14E-02	9,27E-02	9,33E-02	9,43E-02	1,00E-01	9,78E-02	9,87E-02	9,33E-02	9,74E-02	9,28E-02	9,44E-02	9,66E-02	9,56E-02
		m³/h	Qp =	354,97	319,23	335,11	325,10	346,24		413,17	384,21	379,04	332,79	334,46					328,99	333,66	335,87	339,30	360,19	352,07	355,25	335,81	350,79	334,12	340,00	347,68	344,29

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																												
Raio de influência (m)		R =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19		2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30						1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	5,42E-01	4,92E-01	5,14E-01	5,00E-01	5,30E-01		6,24E-01	5,83E-01	5,76E-01	5,1E-01	5,19E-01						5,06E-01	5,12E-01	5,15E-01	5,20E-01	5,50E-01	5,38E-01	5,43E-01	5,15E-01	5,36E-01	5,13E-01	5,21E-01	5,32E-01	5,27E-01
Vazão por poço		m³/s	Qp =	1,29E-02	1,17E-02	1,22E-02	1,19E-02	1,26E-02		1,49E-02	1,39E-02	1,37E-02	1,22E-02	1,22E-02					1,20E-02	1,22E-02	1,23E-02	1,24E-02	1,31E-02	1,28E-02	1,29E-02	1,23E-02	1,28E-02	1,22E-02	1,24E-02	1,27E-02	1,26E-02
		m³/h	Qp =	46,48	42,17	44,09	42,88	45,43		53,48	50,00	49,38	43,81	44,01					43,35	43,91	44,18	44,60	47,11	46,13	46,52	44,17	45,98	43,37	44,68	45,63	45,20

Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-04																												
Raio de influência (m)		R =	556,75	486,90	517,76	498,29	539,54		673,31	614,89	604,55	513,24	516,49						505,84	514,93	519,24	525,95	567,06	551,02	557,29	519,12	548,50	515,83	527,31	542,78	535,72
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	7,85E-02	7,25E-02	7,52E-02	7,35E-02	7,71E-02		8,84E-02	8,35E-02	8,26E-02	7,48E-02	7,51E-02						7,41E-02	7,49E-02	7,53E-02	7,59E-02	7,94E-02	7,80E-02	7,86E-02	7,53E-02	7,78E-02	7,50E-02	7,60E-02	7,73E-02	7,67E-02
Vazão por poço		m³/s	Qp =	1,87E-03	1,73E-03	1,79E-03	1,75E-03	1,83E-03		2,11E-03	1,99E-03	1,97E-03	1,78E-03	1,79E-03					1,78E-03	1,78E-03	1,79E-03	1,81E-03	1,89E-03	1,86E-03	1,87E-03	1,79E-03	1,85E-03	1,79E-03	1,81E-03	1,84E-03	1,83E-03
		m³/h	Qp =	6,73	6,21	6,44	6,30	6,60		7,58	7,16	7,08	6,41	6,43					6,35	6,42	6,45	6,50	6,81	6,69	6,74	6,45	6,67	6,43	6,51	6,63	6,58

B.2.1 - Fonte circular - Aquífero confinado - Totalmente penetrante - Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																										
Raio de influência (m)		R =	163,55	168,58	175,98																								
Vazão total (m³/s)		n _i Q _p =	1,39E-02	1,41E-02	1,42E-02																								
Vazão por poço		m³/s	Q _p =	3,32E-04	3,35E-04	3,39E-04																							
		m³/h	Q _p =	1,20	1,21	1,22																							
		média	1,22																										
		máx	1,30																										
		mín	1,18																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																										
Raio de influência (m)		R =	749,50	772,54	806,43			819,99	818,90	816,87	840,79	881,94		879,85	815,31	787,10	793,73	762,66											
Vazão total (m³/s)		n _i Q _p =	1,37E-01	1,40E-01	1,44E-01			1,46E-01	1,46E-01	1,45E-01	1,48E-01	1,53E-01		1,53E-01	1,45E-01	1,42E-01	1,43E-01	1,39E-01											
Vazão por poço		m³/s	Q _p =	3,27E-03	3,33E-03	3,43E-03			3,47E-03	3,47E-03	3,46E-03	3,53E-03		3,63E-03	3,46E-03	3,38E-03	3,39E-03	3,31E-03											
		m³/h	Q _p =	11,77	12,01	12,35			12,49	12,48	12,45	12,70	13,11		13,09	12,44	12,15	12,22	11,91										
		média	12,24																										
		máx	14,03																										
		mín	11,32																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																										
Raio de influência (m)		R =	1156,50	1192,06	1244,36			1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81											
Vazão total (m³/s)		n _i Q _p =	2,84E-01	2,90E-01	2,99E-01			3,02E-01	3,02E-01	3,02E-01	3,08E-01	3,18E-01		3,18E-01	3,01E-01	2,94E-01	2,96E-01	2,87E-01											
Vazão por poço		m³/s	Q _p =	6,76E-03	6,91E-03	7,12E-03			7,20E-03	7,19E-03	7,16E-03	7,33E-03		7,57E-03	7,17E-03	7,00E-03	7,04E-03	6,84E-03											
		m³/h	Q _p =	24,34	24,86	25,62			25,92	25,90	25,85	26,39	27,30		27,25	25,82	25,19	25,34	24,64										
		média	25,37																										
		máx	29,34																										
		mín	23,34																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																										
Raio de influência (m)		R =	1156,50	1192,06	1244,36			1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81											
Vazão total (m³/s)		n _i Q _p =	5,68E-01	5,80E-01	5,98E-01			6,05E-01	6,04E-01	6,03E-01	6,16E-01	6,37E-01		6,36E-01	6,02E-01	5,88E-01	5,91E-01	5,75E-01											
Vazão por poço		m³/s	Q _p =	1,35E-02	1,36E-02	1,42E-02			1,44E-02	1,44E-02	1,44E-02	1,47E-02		1,51E-02	1,43E-02	1,40E-02	1,41E-02	1,37E-02											
		m³/h	Q _p =	48,68	49,72	51,24			51,85	51,80	51,71	52,77	54,53		54,50	51,64	50,30	50,68	43,28										
		média	50,74																										
		máx	58,69																										
		mín	46,68																										

B.2.1 – Fonte circular – Aquífero confinado – Totalmente penetrante – Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																										
Raio de influência (m)		R =	176,06																										
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,42E-02	1,37E-02	1,40E-02	1,38E-02	1,41E-02	1,52E-02	1,47E-02	1,48E-02	1,39E-02	1,39E-02					159,96	162,84	164,20	166,32	179,32	174,25	176,23	164,16	173,45	163,12	166,75	171,64	169,41
Vazão por poço		m³/s	Qp =	3,39E-04	3,27E-04	3,32E-04	3,29E-04	3,36E-04	3,61E-04	3,50E-04	3,48E-04	3,31E-04	3,32E-04				3,30E-04	3,32E-04	3,32E-04	3,34E-04	3,41E-04	3,38E-04	3,39E-04	3,32E-04	3,37E-04	3,32E-04	3,34E-04	3,36E-04	3,35E-04
		m³/h	Qp =	1,22	1,18	1,20	1,18	1,21	1,30	1,26	1,25	1,19	1,20				1,19	1,19	1,20	1,20	1,23	1,22	1,22	1,20	1,21	1,19	1,20	1,21	1,21

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																										
Raio de influência (m)		R =	806,81																										
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,44E-01	1,32E-01	1,37E-01	1,34E-01	1,41E-01	1,64E-01	1,54E-01	1,52E-01	1,37E-01	1,37E-01					733,03	746,21	752,45	762,17	821,75	798,50	807,58	752,27	794,86	747,51	764,14	786,56	776,34
Vazão por poço		m³/s	Qp =	3,43E-03	3,14E-03	3,27E-03	3,19E-03	3,36E-03	3,90E-03	3,67E-03	3,62E-03	3,25E-03	3,27E-03				3,22E-03	3,26E-03	3,28E-03	3,31E-03	3,47E-03	3,41E-03	3,43E-03	3,28E-03	3,40E-03	3,26E-03	3,31E-03	3,37E-03	3,35E-03
		m³/h	Qp =	12,35	11,32	11,78	11,49	12,10	14,03	13,20	13,05	11,71	11,76				11,60	11,74	11,80	11,90	12,50	12,27	12,36	11,80	12,23	11,75	11,92	12,15	12,04

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																										
Raio de influência (m)		R =	1244,93																										
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,99E-01	2,72E-01	2,84E-01	2,77E-01	2,93E-01	3,42E-01	3,21E-01	3,17E-01	2,82E-01	2,84E-01					1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92
Vazão por poço		m³/s	Qp =	7,12E-03	6,48E-03	6,77E-03	6,59E-03	6,96E-03	8,15E-03	7,64E-03	7,55E-03	6,73E-03	6,76E-03				6,66E-03	6,74E-03	6,78E-03	6,84E-03	7,21E-03	7,07E-03	7,12E-03	6,78E-03	7,05E-03	6,75E-03	6,85E-03	6,99E-03	6,93E-03
		m³/h	Qp =	25,63	23,34	24,36	23,72	25,07	29,34	27,50	27,17	24,21	24,32				23,97	24,27	24,41	24,63	25,96	25,44	25,65	24,40	25,36	24,30	24,67	25,18	24,95

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																										
Raio de influência (m)		R =	1244,93																										
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	5,98E-01	5,45E-01	5,68E-01	5,53E-01	5,85E-01	6,85E-01	6,42E-01	6,34E-01	5,65E-01	5,67E-01					5,59E-01	5,66E-01	5,70E-01	5,75E-01	6,06E-01	5,94E-01	5,96E-01	5,69E-01	5,92E-01	5,67E-01	5,76E-01	5,87E-01	5,82E-01
Vazão por poço		m³/s	Qp =	1,42E-02	1,30E-02	1,35E-02	1,32E-02	1,39E-02	1,63E-02	1,53E-02	1,51E-02	1,35E-02	1,35E-02				1,33E-02	1,35E-02	1,36E-02	1,37E-02	1,44E-02	1,41E-02	1,42E-02	1,36E-02	1,41E-02	1,35E-02	1,37E-02	1,40E-02	1,39E-02
		m³/h	Qp =	51,26	46,68	48,72	47,44	50,14	58,69	54,99	54,33	48,42	48,64				47,94	48,53	48,82	49,26	51,93	50,89	51,30	48,81	50,73	48,59	49,34	50,35	49,69

4) RESUMO

Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	mín
1,00E-02	350,94	413,17	319,23
1,00E-03	46,00	53,48	42,17
1,00E-04	6,67	7,58	6,21
1,00E-05	1,22	14,03	11,32
k1 e k2	diminuindo	-87%	
	aumentando	663%	
k2 e k3	diminuindo	-85%	
	aumentando	583%	
k3 e k4	diminuindo	-82%	
	aumentando	443%	
2,10E-04	12,24	14,03	11,32
5,00E-04	25,37	29,34	23,34
1,00E-03	50,74	58,69	46,68

B.2.2- Fonte circular - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poços 1 a 27

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Cota do topo da camada permeável (m)	744,8																												
Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Cota do topo do poço (m)	EL	755,27	755,47	755,47	754,37	754,37	754,37	754,77	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	754,47	755,37	755,97	755,77	755,77	755,77	755,97	755,77	755,77	755,47	755,27	755,27	754,37	754,37	754,37
Cota da camada impermeável (m)	EL	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5
Cota do fundo do poço	EL	725,8	726	726	725,5	725,5	725,5	725,3	725	725	721	721	725	721	725	726,5	726,5	726,3	726,3	726,5	726,3	726,3	726,3	726,3	726	725,8	725,8	725,5	725,5
Cota do NA (m)	EL	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r _{eq} =	42,68																										
Espessura da camada permeável (m)	D =	26,3																										
trecho penetrante na camada permeável	W =	19,00	18,80	18,80	19,30	19,30	19,30	19,50	19,80	19,80	23,80	23,80	19,80	23,80	19,80	18,30	18,30	18,50	18,50	18,30	18,50	18,50	18,80	19,00	19,00	19,30	19,30	19,30
Fator de correção	G =	2,99	3,02	3,02	2,93	2,93	2,93	2,89	2,82	2,82	1,80	1,80	2,82	1,80	2,82	3,11	3,11	3,08	3,08	3,11	3,08	3,08	3,02	2,99	2,99	2,93	2,93	2,93
Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	31,50																										
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	14,26	13,73	12,95	12,03	12,67	12,53	12,64	12,66	12,71	12,16	11,21	35,97	11,26	12,75	13,40	13,24	13,96	13,16	13,11	12,83	13,50	12,77	12,95	12,47	13,46	13,09	12,16
LEITURAS DOS INAs	médias	22,51	23,24	24,02	24,44	23,80	23,94	23,63	23,31	23,26	23,81	24,76	24,71	23,22	24,07	24,23	23,31	24,11	24,36	24,44	23,77	24,20	23,82	24,30	23,01	23,38	24,31	
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	17,24	17,77	18,55	19,47	18,83	18,97	18,86	18,84	18,79	19,34	20,29	-4,47	20,24	18,75	18,10	18,26	17,54	18,34	18,39	18,67	18,00	18,73	18,55	19,03	18,04	18,41	19,34

3) Cálculo das vazões

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-02																												
Raio de influência (m)	R =	5172,04	5331,04	5564,33				5658,46	5650,96	5636,33	5802,00	6085,96		6071,57	5626,14	5431,48	5477,27	5262,86							5401,11	5619,93	5566,46	5709,25		
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,77E+01	1,84E+01	1,90E+01				1,84E+01	1,80E+01	1,80E+01	1,17E+01	1,21E+01		1,21E+01	1,79E+01	1,32E+01	1,94E+01	1,85E+01							1,89E+01	1,92E+01	1,88E+01	1,92E+01		
Vazão por poço	m³/s	Qp =	4,22E-01	4,38E-01	4,53E-01			4,38E-01	4,28E-01	4,27E-01	2,78E-01	2,89E-01		2,89E-01	4,27E-01	4,58E-01	4,61E-01	4,41E-01							4,51E-01	4,57E-01	4,48E-01	4,57E-01		
	m³/h	Qp =	1519,78	1576,50	1631,15			1577,82	1541,99	1538,95	1002,23	1041,15		1039,19	1536,61	1647,96	1658,98	1588,95							1621,95	1643,96	1611,00	1643,78		
	média		1533,68																											
	máx		1868,24																											
	mín		700,65																											

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																												
Raio de influência (m)	R =	1635,54	1685,82	1753,78				1789,36	1786,99	1782,55	1834,75	1924,55		1920,00	1779,14	1717,59	1732,06	1664,26							1707,98	1777,18	1760,27	1805,42		
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	2,33E+00	2,42E+00	2,49E+00				2,41E+00	2,35E+00	2,35E+00	1,53E+00	1,58E+00		1,58E+00	2,35E+00	2,52E+00	2,54E+00	2,44E+00							2,48E+00	2,51E+00	2,46E+00	2,51E+00		
Vazão por poço	m³/s	Qp =	5,55E-02	5,75E-02	5,93E-02			5,73E-02	5,60E-02	5,59E-02	3,64E-02	3,77E-02		3,76E-02	5,59E-02	6,00E-02	6,04E-02	5,80E-02							5,91E-02	5,98E-02	5,86E-02	5,97E-02		
	m³/h	Qp =	199,97	207,02	213,61			206,40	201,74	201,37	130,90	135,59		135,35	201,09	216,14	217,47	208,83							212,81	215,15	210,96	214,91		
	média		201,11																											
	máx		243,14																											
	mín		91,94																											

Condutividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-04																												
Raio de influência (m)	R =	517,20	533,10	556,49				565,85	565,10	563,69	580,20	608,60		607,16	562,61	543,15	547,73	526,29							540,11	561,99	556,65	570,93		
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	3,41E-01	3,52E-01	3,61E-01				3,48E-01	3,40E-01	3,40E-01	2,20E-01	2,27E-01		2,26E-01	3,39E-01	3,66E-01	3,68E-01	3,55E-01							3,61E-01	3,63E-01	3,56E-01	3,62E-01		
Vazão por poço	m³/s	Qp =	8,12E-03	8,37E-03	8,59E-03			8,29E-03	8,10E-03	8,09E-03	5,24E-03	5,40E-03		5,39E-03	8,08E-03	8,72E-03	8,77E-03	8,46E-03							8,59E-03	8,65E-03	8,49E-03	8,62E-03		
	m³/h	Qp =	29,22	30,14	30,94			29,83	29,16	29,12	18,87	19,43		19,40	29,09	31,40	31,56	30,45							30,93	31,12	30,55	31,03		
	média		29,20																											
	máx		34,81																											
	mín		13,37																											

B.2.2- Fonte circular - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poços 27 a 54

1) Informações adicionais

Número de poços considerados	n =	42
------------------------------	-----	----

Cota do topo da camada permeável (m)		744,8																																		
Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54								
Cota do topo do poço (m)	EL	755,97	756,97	756,97	756,97	756,47	756,77	756,47	756,47	756,47	756,47	756,47	756,27	755,97	755,97	756,77	755,97	755,97	755,97	754,97	754,97	754,97	755,97	756,27	756,47	755,47	755,77	755,97								
Cota da camada impermeável (m)	EL	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5	718,5							
Cota do fundo do poço	EL	726,5	727,5	727,5	727,5	719,5	727,3	719,5	727	727	727	727	726,8	726,5	726,5	727,3	726,5	726,5	726,5	725,5	725,5	725,5	726,5	726,8	727	726	726,3	726,5								
Cota do NA (m)	EL	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750								

2) Definição das variáveis

Raio do poço/Raio equivalente	r _{eq} =	42,68																																		
Espessura da camada permeável (m)	D =	26,3																																		
trecho penetrante na camada permeável	W =	18,30	17,30	17,30	17,30	25,30	17,50	25,30	17,80	17,80	17,80	18,00	18,30	18,30	17,50	18,30	18,30	18,30	19,30	19,30	19,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,00	17,80	18,80	18,50	18,30						
Fator de correção	G =	3,11	3,28	3,28	3,28	1,33	3,25	1,33	3,20	3,20	3,20	3,17	3,11	3,11	3,25	3,11	3,11	3,11	3,11	2,93	2,93	2,93	3,11	3,17	3,20	3,02	3,08	3,11								
Altura do NA em relação a camada imperm. (m)	H =	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50	31,50						
Altura do NA no poço (m) - MÉDIOS	hw =	12,94	15,27	14,24	14,89	13,52	38,27	9,06	11,00	11,35	14,39	14,28	14,82	14,37	13,85	14,64	14,34	14,19	13,97	12,60	13,13	12,92	14,20	13,22	14,31	13,92	13,41	13,64								
LEITURAS DOS INAs	médias	24,53	23,20	24,23	23,58	24,45	28,91	26,97	26,62	23,58	23,69	22,95	23,10	23,62	23,63	23,13	23,28	23,50	23,87	23,34	23,55	23,27	24,55	23,66	23,05	23,86	23,83									
Desnível a ser rebaixado (m)	Δh =	18,56	16,23	17,26	16,61	17,98	-6,77	22,44	20,50	20,15	17,11	17,22	16,68	17,13	17,65	16,86	17,16	17,31	17,53	18,30	18,37	18,58	17,30	18,28	17,19	17,58	18,09	17,86								

3) Cálculo das vazões

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-02																																		
Raio de influência (m)	Ri =	5567,49	4863,04	5177,64	4982,86	5395,45	6733,11	6148,89	6045,46	5132,43	5164,95					5058,39	5149,34	5192,39	5253,51	5670,64	5510,17	5572,86	5191,18	5485,04	5158,28	5273,10	5427,79	5357,25								
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,96E+01	1,85E+01	1,95E+01	1,89E+01	8,17E+00	9,75E+00	2,18E+01	2,15E+01	1,89E+01	1,90E+01					1,89E+01	1,84E+01	1,86E+01	1,87E+01	1,87E+01	1,83E+01	1,84E+01	1,85E+01	1,97E+01	1,90E+01	1,82E+01	1,90E+01	1,90E+01								
Vazão por poço	m³/s	Qp =	4,67E-01	4,42E-01	4,64E-01	4,50E-01	1,95E-01	2,32E-01	5,19E-01	5,12E-01	4,50E-01	4,52E-01				4,51E-01	4,39E-01	4,42E-01	4,46E-01	4,45E-01	4,35E-01	4,39E-01	4,42E-01	4,69E-01	4,51E-01	4,34E-01	4,52E-01	4,53E-01								
	m³/h	Qp =	1680,65	1589,94	1669,06	1619,21	700,65	836,09	1868,24	1843,11	1618,23	1626,34				1623,44	1579,74	1590,19	1606,45	1602,69	1566,53	1580,67	1589,90	1688,20	1624,68	1562,90	1628,31	1630,07								

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																																		
Raio de influência (m)	Ri =	1760,60	1539,72	1637,31	1575,72	1706,19	2129,20	1944,45	1911,74	1623,02	1633,30					1599,60	1628,36	1641,98	1663,20	1793,21	1742,47	1762,29	1641,59	1734,52	1631,19	1667,50	1716,42	1694,11								
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	2,57E+00	2,45E+00	2,56E+00	2,49E+00	1,07E+00	1,26E+00	2,84E+00	2,80E+00	2,49E+00	2,50E+00					2,50E+00	2,43E+00	2,44E+00	2,46E+00	2,45E+00	2,39E+00	2,41E+00	2,44E+00	2,58E+00	2,49E+00	2,40E+00	2,49E+00	2,50E+00								
Vazão por poço	m³/s	Qp =	6,11E-02	5,83E-02	6,10E-02	5,93E-02	2,55E-02	3,01E-02	6,75E-02	6,67E-02	5,92E-02	5,94E-02				5,94E-02	5,78E-02	5,81E-02	5,86E-02	5,82E-02	5,70E-02	5,75E-02	5,81E-02	6,15E-02	5,94E-02	5,71E-02	5,93E-02	5,94E-02								
	m³/h	Qp =	220,08	210,04	219,59	213,58	91,94	108,23	243,14	240,12	213,03	214,01				213,92	207,92	209,18	211,14	209,63	205,27	206,98	209,14	221,28	213,81	205,38	213,57	213,99								

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-04																																		
Raio de influência (m)	Ri =	556,75	486,90	517,76	498,29	539,54	673,31	614,89	604,55	513,24	516,49					505,84	514,93	519,24	525,35	567,06	551,02	557,29	519,12	548,50	515,83	527,31	542,78	535,72								
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	3,72E-01	3,61E-01	3,74E-01	3,66E-01	1,56E-01	1,79E-01	4,06E-01	4,02E-01	3,84E-01	3,65E-01					3,66E-01	3,55E-01	3,56E-01	3,59E-01	3,53E-01	3,47E-01	3,50E-01	3,56E-01	3,75E-01	3,65E-01	3,49E-01	3,62E-01	3,63E-01								
Vazão por poço	m³/s	Qp =	8,85E-03	8,59E-03	8,91E-03	8,71E-03	3,71E-03	4,26E-03	9,67E-03	9,57E-03	8,66E-03	8,69E-03				8,71E-03	8,45E-03	8,49E-03	8,55E-03	8,41E-03	8,27E-03	8,33E-03	8,49E-03	8,92E-03	8,68E-03	8,32E-03	8,62E-03	8,65E-03								
	m³/h	Qp =	31,87	30,94	32,09	31,36	13,37	15,34	34,81	34,44	31,16	31,28				31,35	30,40	30,56	30,79	30,29	29,77	29,97	30,55	32,11	31,26	29,94	31,03	31,14								

B.2.2- Fonte circular - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poços 1 a 27

Número do poço	PBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-05																										
Raio de influência (m)		R =	183,55	168,58	175,98				178,94	178,70	178,26	183,48	192,46		192,00	177,91	171,76	173,21	166,43				170,80	177,72	176,03	180,54			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	6,33E-02	6,46E-02	6,54E-02				6,28E-02	6,14E-02	6,19E-02	3,94E-02	4,00E-02		4,00E-02	6,19E-02	6,69E-02	6,71E-02	6,56E-02				6,61E-02	6,56E-02	6,48E-02	6,51E-02			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	1,51E-03	1,54E-03	1,56E-03			1,49E-03	1,46E-03	1,46E-03	9,36E-04	3,52E-04		9,52E-04	1,46E-03	1,59E-03	1,60E-03	1,56E-03				1,57E-03	1,56E-03	1,54E-03	1,55E-03			
		m³/h	Qp =	5,43	5,54	5,61			5,38	5,26	5,26	3,38	3,43		3,43	5,25	5,74	5,75	5,62				5,66	5,62	5,54	5,58			
média			5,33																										
máx			6,12																										
mín			2,45																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	2,10E-04																										
Raio de influência (m)		R =	749,50	772,54	806,43				819,99	818,90	816,87	840,79	881,94		879,85	815,31	787,10	793,73	762,66				782,69	814,41	806,66	827,35			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	6,23E-01	6,44E-01	6,62E-01				6,39E-01	6,25E-01	6,24E-01	4,05E-01	4,18E-01		4,17E-01	6,23E-01	6,71E-01	6,75E-01	6,50E-01				6,61E-01	6,67E-01	6,54E-01	6,65E-01			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	1,48E-02	1,53E-02	1,58E-02			1,52E-02	1,49E-02	1,49E-02	9,64E-03	3,95E-03		9,93E-03	1,49E-02	1,60E-02	1,61E-02	1,55E-02				1,57E-02	1,59E-02	1,56E-02	1,58E-02			
		m³/h	Qp =	53,43	55,19	56,77			54,79	53,55	53,47	34,69	35,61		35,75	53,40	57,54	57,66	55,72				56,68	57,14	56,06	57,01			
média			53,53																										
máx			64,17																										
mín			24,49																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	5,00E-04																										
Raio de influência (m)		R =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	1,29E+00	1,33E+00	1,37E+00				1,33E+00	1,30E+00	1,29E+00	8,41E-01	8,70E-01		8,63E-01	1,29E+00	1,39E+00	1,40E+00	1,35E+00				1,37E+00	1,38E+00	1,36E+00	1,38E+00			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	3,07E-02	3,17E-02	3,27E-02			3,16E-02	3,09E-02	3,08E-02	2,00E-02	2,07E-02		2,07E-02	3,08E-02	3,31E-02	3,33E-02	3,20E-02				3,26E-02	3,29E-02	3,23E-02	3,29E-02			
		m³/h	Qp =	110,49	114,28	117,78			113,76	111,19	110,99	72,09	74,58		74,45	110,84	119,26	119,96	115,32				117,44	118,60	116,32	118,42			
média			110,95																										
máx			133,71																										
mín			50,73																										
Conductividade hidráulica (m/s)		k =	1,00E-03																										
Raio de influência (m)		R =	1156,50	1192,06	1244,36				1265,27	1263,59	1260,46	1297,37	1360,86		1357,64	1258,04	1214,52	1224,75	1176,81				1207,72	1256,65	1244,70	1276,63			
Vazão total (m³/s)		n.Qp =	2,58E+00	2,67E+00	2,75E+00				2,65E+00	2,59E+00	2,59E+00	1,66E+00	1,74E+00		1,74E+00	2,59E+00	2,78E+00	2,80E+00	2,69E+00				2,74E+00	2,77E+00	2,71E+00	2,76E+00			
Vazão por poço		m³/s	Qp =	6,14E-02	6,39E-02	6,54E-02			6,32E-02	6,18E-02	6,17E-02	4,01E-02	4,14E-02		4,14E-02	6,16E-02	6,63E-02	6,66E-02	6,41E-02				6,52E-02	6,59E-02	6,46E-02	6,58E-02			
		m³/h	Qp =	220,97	228,57	235,56			227,51	222,37	221,98	144,19	149,16		148,91	221,68	238,52	239,92	230,65				234,87	237,19	232,64	236,83			
média			221,90																										
máx			267,41																										
mín			101,47																										

B.2.2- Fonte circular - Aquífero confinado - Parcialmente penetrante - Poços 27 a 54

Número do poço	PBS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-05																												
Raio de influência (m)	R =	176,06	153,97	163,73	157,57	170,62		212,32	194,44	191,17	162,30	163,33						153,96	162,84	164,20	166,32	179,32	174,25	176,23	164,16	173,45	163,12	166,75	171,64	169,41
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	6,74E-02	6,89E-02	6,95E-02	6,88E-02	2,89E-02		3,07E-02	7,14E-02	7,10E-02	6,77E-02	6,78E-02						6,85E-02	6,80E-02	6,61E-02	6,63E-02	6,37E-02	6,31E-02	6,34E-02	6,61E-02	6,82E-02	6,78E-02	6,44E-02	6,61E-02	6,67E-02
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,60E-03	1,63E-03	1,65E-03	1,64E-03	6,80E-04		7,31E-04	1,70E-03	1,69E-03	1,61E-03	1,61E-03					1,63E-03	1,57E-03	1,57E-03	1,58E-03	1,52E-03	1,50E-03	1,51E-03	1,57E-03	1,62E-03	1,61E-03	1,53E-03	1,57E-03	1,59E-03
	m³/h	Qp =	5,78	5,87	5,96	5,90	2,45		2,63	6,12	6,09	5,80	5,81					5,87	5,65	5,67	5,69	5,46	5,41	5,43	5,67	5,85	5,81	5,52	5,67	5,71

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	2,10E-04																												
Raio de influência (m)	R =	806,81	705,59	750,31	722,08	781,87		975,72	891,06	876,07	743,76	748,47						733,03	746,21	752,45	762,17	821,75	798,50	807,58	752,27	794,86	747,51	764,14	786,56	776,34
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	6,82E-01	6,58E-01	6,84E-01	6,68E-01	2,86E-01		3,31E-01	7,49E-01	7,40E-01	6,84E-01	6,67E-01						6,68E-01	6,48E-01	6,52E-01	6,57E-01	6,49E-01	6,37E-01	6,42E-01	6,52E-01	6,87E-01	6,67E-01	6,39E-01	6,63E-01	6,65E-01
Vazão por poço	m³/s	Qp =	1,62E-02	1,57E-02	1,63E-02	1,59E-02	6,80E-03		7,89E-03	1,78E-02	1,76E-02	1,58E-02	1,59E-02					1,59E-02	1,54E-02	1,55E-02	1,57E-02	1,55E-02	1,52E-02	1,53E-02	1,55E-02	1,64E-02	1,59E-02	1,52E-02	1,58E-02	1,58E-02
	m³/h	Qp =	58,49	56,38	58,67	57,23	24,49		28,40	64,17	63,45	56,95	57,18					57,25	55,57	55,87	56,34	55,64	54,59	55,00	55,86	58,87	57,14	54,80	56,86	57,02

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	5,00E-04																												
Raio de influência (m)	R =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46		1505,57	1374,93	1351,81	1147,65	1154,92						1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	1,42E+00	1,36E+00	1,42E+00	1,38E+00	5,32E-01		6,93E-01	1,56E+00	1,54E+00	1,37E+00	1,38E+00						1,38E+00	1,34E+00	1,35E+00	1,36E+00	1,35E+00	1,32E+00	1,33E+00	1,35E+00	1,42E+00	1,38E+00	1,32E+00	1,37E+00	1,38E+00
Vazão por poço	m³/s	Qp =	3,37E-02	3,23E-02	3,37E-02	3,28E-02	1,41E-02		1,65E-02	3,71E-02	3,67E-02	3,27E-02	3,28E-02					3,29E-02	3,19E-02	3,21E-02	3,24E-02	3,21E-02	3,14E-02	3,17E-02	3,21E-02	3,39E-02	3,28E-02	3,15E-02	3,27E-02	3,28E-02
	m³/h	Qp =	121,35	116,26	121,33	118,13	50,73		59,38	133,71	132,10	117,73	118,25					118,27	114,89	115,56	116,60	115,53	113,21	114,12	115,54	122,06	118,14	113,41	117,84	118,11

Conductividade hidráulica (m/s)	k =	1,00E-03																												
Raio de influência (m)	R =	1244,93	1088,75	1157,76	1114,20	1206,46		1505,57	1374,93	1351,81	1147,65	1154,92						1131,09	1151,43	1161,05	1176,06	1267,99	1232,11	1246,13	1160,78	1226,49	1153,43	1179,10	1213,69	1197,92
Vazão total (m³/s)	n.Qp =	2,83E+00	2,71E+00	2,83E+00	2,76E+00	1,18E+00		1,39E+00	3,12E+00	3,08E+00	2,75E+00	2,76E+00						2,76E+00	2,68E+00	2,70E+00	2,72E+00	2,70E+00	2,64E+00	2,66E+00	2,70E+00	2,85E+00	2,76E+00	2,65E+00	2,75E+00	2,76E+00
Vazão por poço	m³/s	Qp =	6,74E-02	6,46E-02	6,74E-02	6,56E-02	2,82E-02		3,30E-02	7,43E-02	7,34E-02	6,54E-02	6,57E-02					6,57E-02	6,38E-02	6,42E-02	6,48E-02	6,42E-02	6,29E-02	6,34E-02	6,42E-02	6,78E-02	6,56E-02	6,30E-02	6,55E-02	6,56E-02
	m³/h	Qp =	242,70	232,52	242,65	236,27	101,47		118,76	267,41	264,20	235,46	236,50					236,54	229,79	231,12	233,20	231,05	226,43	228,24	231,09	244,12	236,28	226,83	235,69	236,23

4) RESUMO

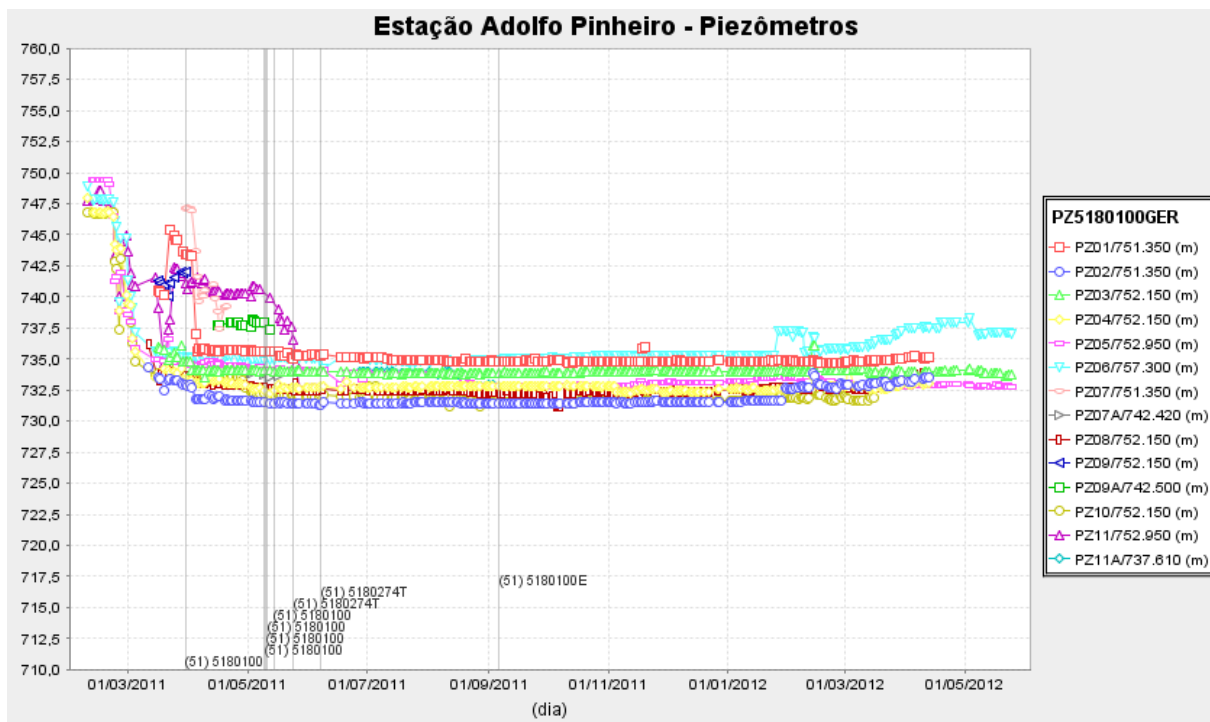
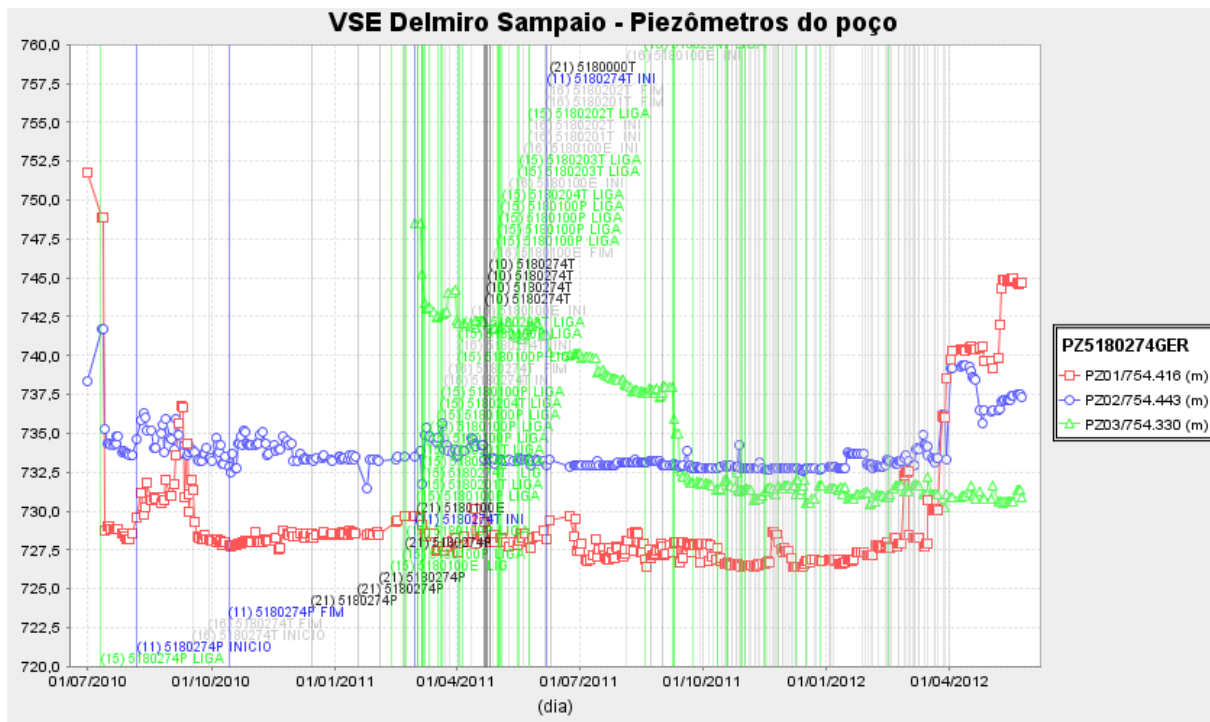
Conductividade hidráulica (m/s)	Q (m³/h)		
	médio	máx	min
1,00E-02	1533,68	1868,24	700,65
1,00E-03	201,11	243,14	91,94
1,00E-04	29,20	34,81	13,37
1,00E-05	5,33	64,17	24,49

k1 e k2	diminuindo	-87%
	umentando	663%
k2 e k3	diminuindo	-85%
	umentando	589%
k3 e k4	diminuindo	-82%
	umentando	448%

2,10E-04	53,53	64,17	24,49
5,00E-04	110,95	133,71	50,73
1,00E-03	221,90	267,41	101,47

ANEXOS

ANEXO A – Leituras dos piezômetros do PVSE Delmiro Sampaio e da Estação Adolfo Pinheiro



ANEXO B – Médias semanais das vazões (m³/dia) do PVSE Delmiro Sampaio e da Estação Adolfo Pinheiro

