



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA**

**MANOEL BARRÊTO JUNIOR**

**OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO  
PREDIAL DE ÁGUA FRIA  
ESTUDO DE CASO**

**Natal – RN**  
**2006**

MANOEL BARRÊTO JUNIOR

**OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO  
PREDIAL DE ÁGUA FRIA  
ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Lucas Filho

Co-orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ada Cristina Scudelari

Natal  
2006

MANOEL BARRÊTO JUNIOR

**OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO  
PREDIAL DE ÁGUA FRIA  
ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Manoel Lucas Filho – Orientador

---

Dr. João Abner Guimarães Junior – Examinador UFRN

---

Dr. Marco Aurélio Holanda de Castro, Ph.D. – Examinador Externo UFC

Natal, 21 de dezembro de 2006.

A Deus pelos muitos dons.

A minha esposa Belva e minhas filhas Manoela e Marina pelo amor, carinho e incentivo fundamentais durante o desenvolvimento deste trabalho e em todos os dias da minha vida.

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Manoel Lucas Filho, pelo incentivo inicial, confiança depositada e valiosa orientação durante a realização deste trabalho. Sua experiência de pesquisador, seu entusiasmo e profissionalismo muito contribuíram para o bom desenvolvimento do mesmo.

Aos professores membros da banca examinadora, pela disponibilidade em participar da Defesa de Dissertação.

À Prof<sup>a</sup>. Ada Cristina Scudelari, pela importante orientação na elaboração da presente Dissertação.

Ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Prof. Antonio Marozzi Righetto, pelo apoio e compreensão.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelo conhecimento e experiência transmitidos ao longo do curso.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação, aos funcionários e colaboradores do Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da UFRN e aos colegas da A. R. Projetos & Construções Ltda., pelo apoio e amizade.

Aos amigos e sócios Adolfo Mesquita e Rômulo Cirne, pelo apoio recebido e por terem compreendido as minhas ausências durante a realização da Pós-graduação.

Aos meus pais Manoel Barrêto e Dorinha (in memoriam), pelo amor, dedicação e cujos ensinamentos ficarão guardados para sempre em minha mente e no meu coração.

Aos demais familiares e amigos, que sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado me apoiando e depositando sua confiança.

## RESUMO

Esta Dissertação apresenta uma metodologia para a otimização de um sistema de distribuição predial de água fria. Trata-se de um estudo de caso aplicado ao Condomínio Residencial Búzios Tropical, localizado na Praia de Búzios, município de Nísia Floresta, litoral leste do Estado do Rio Grande do Norte, distante vinte quilômetros de Natal. O dimensionamento de redes de distribuição predial de água fria segundo os critérios da Norma NBR 5626 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, não garante que a solução encontrada seja a solução ótima de menor custo. É necessária a utilização de uma metodologia para otimização, que nos forneça, entre todas as soluções possíveis, a solução de custo mínimo. No processo de otimização do sistema de distribuição predial do Condomínio Búzios Tropical, é utilizado o Método Granados, que é um algoritmo iterativo de otimização, baseado na Programação Dinâmica, que fornece a rede de custo mínimo, em função da cota piezométrica do reservatório. Para a aplicação desse Método a redes ramificadas, é utilizado um programa de computador em linguagem C. Esse processo é dividido em duas etapas: obtenção da solução prévia e redução da cota piezométrica de cabeceira. Na obtenção da solução prévia são utilizados os menores diâmetros possíveis que garantam o limite de velocidade máxima e os requisitos de pressões mínimas. A cota piezométrica de cabeceira é elevada ficticiamente para garantir esses requisitos. Na segunda etapa do Método Granados é utilizado um processo iterativo, cujo objetivo é reduzir gradualmente a cota de cabeceira, considerando a substituição de trechos da tubulação da rede pelos diâmetros subseqüentes, considerando um acréscimo mínimo de custo para a rede. A mudança de diâmetro é feita no trecho ótimo que apresenta o menor Gradiente de Câmbio. O processo se encerra quando é atingida a cota de cabeceira desejada. São calculados os custos com materiais da rede otimizada e feita a análise dos mesmos, através da comparação com os custos da rede convencional.

**Palavras-chave:** Sistema de distribuição predial. Dimensionamento de redes. Otimização. Método Granados.

## ABSTRACT

This dissertation presents a methodology to the optimization of a predial system of cold water distribution. It's about a study of a case applied to the Tropical Búzios Residential Condominium, located in the Búzios Beach, Nísia Floresta city, the east coast of the Rio Grande do Norte state, twenty kilometers far from Natal. The design of cold water distribution networks according to Norm NBR 5626 of the ABNT - Brazilian Association of Techniques Norms, does not guarantee that the joined solution is the optimal solution of less cost. It's necessary the use of an optimization methodology, that supplies us, between all the possible solutions, the minimum cost solution. In the optimization process of the predial system of water distribution of the Tropical Búzios Condominium, is used Method Granados, that is an iterative algorithm of optimization, based on the Dynamic Programming, that supplies the minimum cost's network, in function of the piezometric quota of the reservoir. For the application of this Method in ramified networks, is used a program of computer in C language. This process is divided in two stages: attainment of the previous solution and reduction of the piezometric quota of headboard. In the attainment of the previous solution, the minors possible diameters are used that guarantee the limit of maximum speed and the requirements of minimum pressures. The piezometric quota of headboard is raised to guarantee these requirements. In the second stage of the Granados Method, an iterative process is used and its objective is to reduce the quota of headboard gradually, considering the substitution of stretches of the network pipes for the subsequent diameters, considering a minimum addition of the network cost. The diameter change is made in the optimal stretch that presents the lesser Exchange Gradient. The process is locked up when the headboard quota of desired is reached. The optimized network's material costs are calculated, and is made the analysis of the same ones, through the comparison with the conventional network's costs.

**Keywords:** Predial system of water distribution. Design of networks. Optimization. Granados Method.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Diâmetro das tubulações e vazões em função da soma dos pesos.....	22
FIGURA 2	Perda de carga localizada. Tabela com sua equivalência em metros de tubulação retilínea de PVC rígido ou cobre.....	25
QUADRO 1	Planilha com tabela de pressões. Modelo de planilha segundo a NBR 5626 – ABNT (1998).....	26
DESENHO 1	Rede de distribuição de água com n trechos.....	38
DESENHO 2	Rede de distribuição de água com n trechos e pontos terminais A e B.....	40
DESENHO 3	Rede de distribuição de água ramificada com pontos terminais A, B e C.....	41
DESENHO 4	Rede de distribuição de água com gráfico das pressões mínimas nos pontos terminais e linha piezométrica.....	44
MAPA 1	Mapa de situação da Praia de Búzios, município de Nísia Floresta – RN.....	49
FOTOGRAFIA 1	Fotografia aérea do Condomínio Residencial Búzios Tropical.....	50
FOTOGRAFIA 2	Fotografia do Bloco de Apartamentos Tipo 01 do Condomínio Residencial Búzios Tropical.....	51
FOTOGRAFIA 3	Fotografia do Bloco de Apartamentos Tipo 02 do Condomínio Residencial Búzios Tropical.....	51
FOTOGRAFIA 4	Fotografia dos Bangalôs do Condomínio Residencial Búzios Tropical.....	52
QUADRO 2	Trechos da Rede de Distribuição Predial de Água Fria do Condomínio Búzios Tropical.....	57
DESENHO 5	Isométrico do sub-ramal de alimentação do chuveiro.....	66
FLUXOGRAMA 1	Fluxograma para determinação do câmbio ótimo e do número de trechos ótimos.....	75
FLUXOGRAMA 2	Fluxograma para seleção dos trechos ótimos.....	77
FLUXOGRAMA 3	Fluxograma para determinação da folga de pressão mínima, do trecho com folga de pressão mínima e do decréscimo de pressão.....	79
FLUXOGRAMA 4	Fluxograma para o decréscimo de pressão em todos os trechos da rede após a substituição do diâmetro do trecho ótimo.....	80
FLUXOGRAMA 5	Fluxograma para correção das folgas de pressão no trecho ótimo e nos trechos localizados a jusante do mesmo.....	81
GRÁFICO 1	Relação entre as perdas de carga nos trechos retos e conexões em função das cotas piezométricas de cabeceira.....	83
FLUXOGRAMA 6	Fluxograma para o cálculo da perda de carga disponível e do gradiente de câmbio após a substituição do diâmetro do trecho ótimo.....	86
DESENHO 6	Rede de distribuição de água a ser otimizada para verificação do programa.....	89



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Vazões e pesos atribuídos aos aparelhos sanitários.....	20
TABELA 2	Vazão de projeto e pesos relativos – Apartamento Tipo 01 – Coluna de Água Fria AF 01.....	53
TABELA 3	Vazão de projeto e pesos relativos – Apartamento Tipo 01 – Coluna de Água Fria AF 02.....	53
TABELA 4	Vazão de projeto e pesos relativos – Apartamento Tipo 01 – Coluna de Água Fria AF 03.....	54
TABELA 5	Vazão de projeto e pesos relativos – Apartamento Tipo 02 – Coluna de água fria AF 01 e AF 04.....	54
TABELA 6	Vazão de projeto e pesos relativos – Apartamento Tipo 02 – Coluna de Água Fria AF 02 e AF 03.....	54
TABELA 7	Vazão de projeto e pesos relativos – Bangalô – Banheiro.....	55
TABELA 8	Vazão de projeto e pesos relativos – Bangalô – Cozinha.....	55
TABELA 9	Vazão de projeto e pesos relativos – Área de Lazer e Apoio da Piscina.....	55
TABELA 10	Vazão de projeto e pesos relativos – Guarita.....	56
TABELA 11	Custos unitários (R\$) de tubos e conexões de PVC – Marca Tigre – Linha Soldável diâmetros 20 – 100 mm e Linha PBS diâmetros 160 – 200 mm.....	68
TABELA 12	Variáveis utilizadas no cálculo da perda de carga unitária.....	73
TABELA 13	Dados da rede de distribuição de água para o arquivo de entrada do Programa de Otimização.....	89
TABELA 14	Custos unitários dos diâmetros da rede de distribuição expressos em pesetas (Pts).....	90
TABELA 15	Resultados obtidos após otimização da rede de distribuição de água utilizando o Método Granados.....	92

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1	GENERALIDADES.....	11
1.2	JUSTIFICATIVAS.....	13
1.3	OBJETIVOS.....	14
1.3.1	Objetivo geral.....	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	14
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1	GENERALIDADES.....	16
2.2	PROJETO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA.....	18
2.3	OTIMIZAÇÃO UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR E NÃO LINEAR.....	27
2.4	OTIMIZAÇÃO UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO DINÂMICA.....	31
2.5	MÉTODO GRANADOS.....	33
2.5.1	Obtenção da Solução Prévia.....	34
2.5.2	Redução da cota piezométrica de cabeceira.....	37
2.5.3	Caracterização do Sistema Granados.....	42
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO DO CASO EM ESTUDO</b> .....	48
3.1	GENERALIDADES.....	48
3.2	APRESENTAÇÃO DO CONDOMÍNIO EM ESTUDO.....	49
3.3	PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO BÚZIOS TROPICAL.....	52
3.3.1	Cálculo das vazões de projeto.....	53
3.3.2	Trechos da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical.....	56
3.3.3	Verificação das pressões nos pontos terminais da rede de distribuição predial de água fria do Cond. Búzios Tropical.....	65

3.3.4	Custo dos tubos e conexões da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical.....	67
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO GRANADOS DE OTIMIZAÇÃO..</b>	<b>70</b>
4.1	PROGRAMA PARA OTIMIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA PELO MÉTODO GRANADOS.....	70
4.1.1	Obtenção da Solução Prévia.....	71
4.1.2	Redução da cota piezométrica de cabeceira.....	74
4.1.3	Programa para otimização da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical utilizando o Método Granados.....	87
4.2	VERIFICAÇÃO DO PROGRAMA DE OTIMIZAÇÃO PELO MÉTODO GRANADOS.....	88
4.3	APLICAÇÃO DO PROGRAMA DE OTIMIZAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO GRANADOS À REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO....	93
4.4	REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA OTIMIZADA.....	101
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES...</b>	<b>103</b>
5.1	CUSTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO.....	103
5.1.1	Rede dimensionada segundo a Norma NBR 5626.....	103
5.1.2	Rede otimizada segundo o Método Granados.....	103
5.1.3	Análise comparativa dos custos.....	104
5.2	CONCLUSÕES.....	105
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>110</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O dimensionamento da tubulação de uma rede de distribuição predial de água fria requer, em primeiro lugar, que seja definido para a mesma um traçado racional que minimize os efeitos da perda de carga no interior dos tubos. É necessário também, que sejam atendidos todos os critérios estabelecidos pela Norma NBR 5626 - 1998 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Entretanto, devido à subjetividade presente no dimensionamento, são possíveis muitas soluções para o problema. No presente trabalho, está apresentada uma metodologia para otimização da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Residencial Búzios Tropical, que fornece, entre todas as soluções possíveis, a solução de menor custo.

### 1.1 GENERALIDADES

A disponibilidade de água fria de qualidade em quantidade suficiente nas edificações residenciais é fator fundamental para que sejam preservadas as condições mínimas de habitabilidade, higiene e conforto. Embora todos reconheçam essa importância, muitas vezes, observa-se que os sistemas de distribuição predial de água fria têm a sua eficiência comprometida pela redução de custos, através do mau dimensionamento de tubos e conexões e do uso inadequado de materiais.

Os problemas decorrentes de falhas na elaboração do projeto e especificações das instalações prediais de distribuição de água fria são, muitas vezes, de solução difícil e onerosa.

A rede de distribuição de água de um prédio residencial, a partir do reservatório superior de acumulação, é constituída de um sistema de tubos que compreende o barrilete de distribuição, colunas de alimentação, ramais e sub-ramais. Cada sub-ramal serve a uma peça de utilização ou aparelho sanitário, sendo o mesmo dimensionado segundo ensaios realizados. Os ramais são dimensionados a partir de suposição do consumo simultâneo máximo provável, baseado na hipótese

de que não haverá o funcionamento simultâneo dos aparelhos de um mesmo ramal em prédios residenciais.

O principal objetivo no dimensionamento de redes de distribuição predial de água fria é a busca de soluções que sejam técnica e economicamente viáveis e que reduzam o custo final do projeto. A norma da ABNT NBR 5626 - 1998 – Instalação Predial de Água Fria prevê no capítulo destinado à economia de água e conservação de energia, que o projeto de instalações deve ser elaborado de forma que ocorra o uso mais eficiente e mais racional possível de água e energia. O custo das redes de distribuição de água deve apresentar valores mínimos necessários e suficientes ao bom funcionamento da instalação.

Com a popularização dos computadores, as técnicas para dimensionamento de redes de distribuição de água estão sendo mais aprimoradas, através de métodos mais eficientes, resultando na melhor qualidade dos projetos apresentados, uma vez que várias alternativas podem ser avaliadas com tempo e custo menores.

É evidente que os diversos condicionantes de um projeto permitem um grande número de soluções para os problemas de dimensionamento e, portanto, uma diferença de custos entre as possíveis soluções. Em função da relação direta entre solução adotada e custo da rede, surgiu a necessidade de uma metodologia de cálculo que conduza para um custo mínimo da rede, sem deixar de atender aos parâmetros de projeto, tais como, diâmetros comerciais, pressões mínimas necessárias nos pontos terminais e velocidades dentro de faixas adequadas.

Desta forma, nos últimos 30 anos, tem-se utilizado técnicas de otimização para o dimensionamento de redes de distribuição, ou seja, a determinação da rede que corresponda ao menor custo.

O desenvolvimento de um algoritmo possibilita que, dentre as várias opções com as quais o projetista se depara no dimensionamento de uma rede de distribuição de água, ele possa encontrar a solução ótima de custo mínimo, que atenda a todos os requisitos técnicos estabelecidos para o projeto, com um tempo de cálculo reduzido pelo uso do computador.

## **1.2 JUSTIFICATIVAS**

No processo de otimização do sistema de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical, é utilizado o Método Granados de Otimização, metodologia baseada na Programação Dinâmica, através da qual se fará a determinação da solução de menor custo para a rede.

Como medida adicional, é feita a substituição dos reservatórios individuais de água dos blocos de apartamentos e bangalôs, em número inicial de treze, por um reservatório superior único, que atende a todas as unidades do condomínio.

A utilização de um reservatório único possibilita a imediata redução nos custos de construção civil, notadamente, com a estrutura de concreto armado. Outro aspecto importante será a diminuição dos gastos com a limpeza e manutenção dos reservatórios, que deverão ser feitas em intervalos pré-determinados, a fim de que sejam evitados os riscos de contaminação da água.

Inicialmente, são levantados os custos de implantação do sistema de distribuição de água fria do Condomínio Búzios Tropical, considerando, a elaboração do projeto de instalações seguindo o dimensionamento da rede de acordo com a Norma NBR 5626 (1998) da ABNT.

Posteriormente, a rede de distribuição de água fria do condomínio é submetida ao Método Granados de Otimização, a fim de que se obtenha a rede de custo mínimo.

É feita uma análise comparativa entre os valores dos custos de materiais das duas soluções, e desta forma, a verificação do percentual de redução do custo de aquisição de tubos e conexões para a rede otimizada, avaliando a eficiência da metodologia sob o ponto de vista econômico.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia que promova a otimização da rede de distribuição predial de água fria de um condomínio residencial multi-familiar com edifícios individualizados, com a adoção de um reservatório único de água, de modo que venha a induzir projetistas e construtores a adotarem tais tecnologias em sistema de distribuição predial de água.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Aplicar o Método Granados de Otimização às redes condominiais de água sob pressão.

Desenvolver uma ferramenta, que poderá ser utilizada por projetistas de redes de distribuição predial de água fria, para obtenção da rede de custo mínimo.

Fazer uma avaliação global dos custos, em função da otimização do sistema de distribuição de água condominial.

## **1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Este trabalho apresenta a otimização de uma rede de distribuição predial de água fria de um condomínio residencial multi-familiar com edifícios individualizados, através da utilização do Método Granados de Otimização, que é baseado na Programação Dinâmica.

No capítulo 1 é feita uma breve apresentação do dimensionamento de uma rede predial de distribuição de água fria, da norma utilizada neste dimensionamento e da

metodologia para sua otimização. Também são apresentados os objetivos, as justificativas e a organização do trabalho.

No capítulo 2 é apresentada uma revisão da bibliografia sobre projeto de sistemas de distribuição predial de água fria e de metodologias de otimização utilizando a Programação Linear, Não Linear e Programação Dinâmica.

No capítulo 3 faz-se a descrição do condomínio residencial em estudo, Condomínio Búzios Tropical, sua localização, principais características e projeto de instalações prediais de água fria.

No capítulo 4 é feita a aplicação do Método Granados de Otimização ao sistema de distribuição predial de água fria do condomínio. São apresentados os principais fluxogramas e o programa para otimização da rede.

No capítulo 5 são apresentados e analisados os resultados. O custo da rede otimizada é calculado para avaliação da metodologia. São apresentadas as conclusões sobre a aplicação do Método Granados na otimização do sistema de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados aspectos inerentes ao projeto de uma rede predial de distribuição de água fria, notadamente, quanto ao dimensionamento da tubulação dos trechos da mesma, segundo critérios estabelecidos pela norma NBR 5626 (ABNT, 1998). Apresentam-se também, aspectos referentes à otimização desta rede, com a utilização de metodologias, tais como, a Programação Linear, a Programação Não Linear e a Programação Dinâmica. Por fim, enfatiza-se o Método Granados de Otimização, objeto deste estudo.

### 2.1 GENERALIDADES

Para elaboração do projeto de uma rede de distribuição predial de água fria, que conduza a rede de custo mínimo, deve-se, inicialmente, estabelecer para esta rede um bom traçado, que racionalize a utilização de tubos e conexões e reduza a perda de carga.

O dimensionamento dos diâmetros dos tubos é feito a partir do estabelecimento da vazão de projeto para cada sub-ramal e ramal da rede de distribuição de água fria. Utiliza-se para tal, o Método da Raiz Quadrada (Alemão), (GONÇALVES, 1986), método este recomendado pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 5626, 1998). Os pesos relativos são estabelecidos empiricamente em função da vazão de projeto de cada peça de utilização. O somatório total dos pesos é convertido na demanda simultânea total do grupo de peças de utilização considerado, que é expressa como uma estimativa da vazão a ser usada no dimensionamento da tubulação. Considerando-se os limites de vazão e velocidade da água no interior da tubulação, será feito o dimensionamento da mesma para cada trecho da rede.

Definido o seu traçado e estabelecidos os diâmetros dos trechos da rede, é feita a verificação das pressões nos diversos pontos de utilização, a fim de que seja observado se os requisitos de pressão mínima foram atendidos.

Após o dimensionamento da rede de distribuição predial de água fria, a mesma é submetida ao processo de otimização, para que, ao final, se possa apresentar a solução de menor custo.

O processo de otimização de uma rede de distribuição predial de água fria consiste no dimensionamento econômico da mesma, através da aplicação de um dos métodos de otimização existentes. A seguir, são apresentados métodos de otimização que utilizam, respectivamente, a Programação Linear, Programação Não Linear e Programação Dinâmica. São mostradas as particularidades, vantagens e desvantagens de cada método que ao final, possam justificar a opção feita, no presente trabalho, pela utilização do Método Granados de Otimização baseado na Programação Dinâmica.

A aplicação de processos de otimização no projeto de redes de distribuição de água, tem sido utilizada desde a década de 1960. Os primeiros modelos para o projeto de redes de distribuição de água foram desenvolvidos para redes ramificadas. KARMELI et al. (1968) desenvolveu um algoritmo em programação linear para solucionar sistemas com vazões conhecidas. Esse modelo não considerava a presença de acessórios como válvulas, mas indicou que o impacto dessas peças em termos de desempenho hidráulico e de custo, pode ser facilmente avaliado quando o layout da estrutura de tubos da rede e o diâmetro dos mesmos são conhecidos. O modelo fornecia uma aproximação à solução ótima, mas por ser aplicado somente a redes ramificadas, não eram utilizados em projetos de redes urbanas de distribuição de água.

WATANADA (1973) promoveu estudo sobre a complexidade do desenho ótimo de um sistema de distribuição de água. Em virtude de variáveis como investimento inicial, custo de manutenção e operação, a solução para o desenho de custo mínimo obtida através de tentativas, pode ser uma solução razoável e de baixo custo, mas com certeza, distante da solução ótima.

Outros estudos para otimização do desenho de custo mínimo de sistemas de distribuição de água, foram desenvolvidos por ALPEROVITS e SHAMIR (1977), QUINDRY et al (1981), ROWELL e BARNES (1982), LANSEY e MAYS (1989) e DUAN et al (1990).

## **2.2 PROJETO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA**

Inicialmente, apresentam-se as abordagens ao problema da determinação das vazões de projeto nos trechos de sistemas de distribuição predial de água fria. Da análise dos métodos estudados destacam-se dois grupos segundo a forma de abordagem: métodos empíricos e probabilísticos.

A preocupação com o estabelecimento de uma metodologia para a determinação de vazões de projeto em sistemas prediais de distribuição de água fria tem sido, ao longo dos anos, evidenciada pelo trabalho de diversos pesquisadores. Não há, no entanto, o consenso em relação a uma metodologia geral que possa atender de forma satisfatória às necessidades dos projetistas de instalações hidráulicas prediais. A insuficiência de dados de campo e/ou a fragilidade dos modelos teóricos dos métodos em questão não possibilitam a escolha de um destes métodos como o mais adequado. Isto se deve ao fato de que os modelos não consideram as especificidades relativas ao tipo de ocupação da edificação, a disponibilidade e as características do equipamento sanitário, as diferenças culturais dos usuários e as condições climáticas regionais (GONÇALVES, 1986).

Segundo GONÇALVES (1986), no primeiro grupo de métodos, de natureza empírica, incluem-se aqueles cuja técnica de determinação das vazões de projeto baseia-se na utilização de tabelas, gráficos e expressões matemáticas, estabelecidos a partir da experiência e julgamento de seus propositores. Entre eles podemos relacionar os seguintes métodos:

- Timmis (1922)
- Dawson e Kalinske (1932)
- Raiz Quadrada – Alemão (1940)
- Francês (1942)
- Britânico (1946)
- RAE – Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo (1949)
- Macintyre (1966)
- Fretwell (1972)
- Raiz Quadrada Modificado (1978)

No segundo grupo de métodos, de origem probabilística, incluem-se aqueles cuja técnica de determinação das vazões de projeto baseia-se no emprego de tabelas, gráficos e expressões matemáticas estabelecidas a partir de conceitos probabilísticos, utilizando como ferramental básico a função de distribuição de probabilidades binomial. Assim podemos destacar os seguintes métodos probabilísticos:

- Hunter (1940)
- Gallizio (1944)
- Burberry / Wise (1969)
- CP-310 British Standards Institution (1965 e 1970) / Howick (1972)
- Webster (1972)
- Courtney (1976)
- Konen – Hunter Modificado (1980 / 1984)
- Murakawa (1985)

Em virtude da relevância do estabelecimento das vazões de projeto neste trabalho, é feita a apresentação do método empírico da Raiz Quadrada – Alemão, por ser o método de utilização recomendado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT em sua norma NBR – 5626 – Instalação predial de água fria (ABNT, 1998).

Este método apresenta uma expressão matemática para o estabelecimento da vazão de projeto de um trecho do sistema predial de distribuição de água fria, relacionando “pesos” associados a tipos de aparelhos sanitários e o número total de aparelhos de cada tipo, instalados a jusante do trecho (CREDER, 1987).

A expressão matemática é representada pela Equação 2.1:

$$Q_p = q_r \times (n_1 \times P_1 + n_2 \times P_2 + \dots + n_i \times P_i + \dots + n_N \times P_N)^{1/2} \quad (2.1)$$

Sendo:

$$P_i = \left( \frac{q_i}{q_r} \right)^2 \quad (2.2)$$

Onde:

$Q_p$  – vazão de projeto do trecho considerado em litros por segundo (L/s);

$q_r$  – vazão de referência em litros por segundo (L/s);

$n_i$  – número de aparelhos sanitários do tipo  $i$ , instalados a jusante do trecho considerado;

$P_i$  – peso atribuído ao aparelho sanitário do tipo  $i$ ;

$q_i$  – vazão unitária do aparelho do tipo  $i$  em litros por segundo (L/s);

$N$  – número de tipos diferentes de aparelhos sanitários.

O valor da vazão de referência,  $q_r$ , considerado na norma NBR – 5626 é de 0,30 litros por segundo (L/s) (ABNT, 1998).

A Tabela 1 apresenta os valores de vazões unitárias e pesos atribuídos aos diversos tipos de aparelhos sanitários (ABNT, 1998).

TABELA 1 – Vazões e pesos atribuídos aos aparelhos sanitários (ABNT, 1998)

APARELHO SANITÁRIO E PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO (L/s)	PESO (Pi)
Bacia sanitária com caixa de descarga	0,15	0,30
Bacia sanitária com válvula de descarga	1,70	32,00
Banheira (misturador – água fria)	0,30	1,00
Bebedouro com registro de pressão	0,10	0,10
Bidê (misturador – água fria)	0,10	0,10

APARELHO SANITÁRIO E PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO (L/s)	PESO (Pi)
Chuveiro (misturador – água fria)	0,20	0,40
Chuveiro elétrico	0,10	0,10
Lavatório (torneira ou misturador)	0,15	0,30
Máquina de lavar roupa ou pratos	0,30	1,00
Mictório cerâmico com válvula de descarga	0,50	2,80
Mictório cerâmico com cx. descarga ou reg. pressão	0,15	0,30
Mictório de descarga descontínua tipo calha	0,15	0,30
Pia/torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,70
Pia/torneira elétrica	0,10	0,10
Tanque de lavar – torneira	0,25	0,70
Torneira de jardim ou lavagem geral	0,20	0,40

Fonte: NBR – 5626 (ABNT, 1998)

Procurando uma solução de fácil aplicação para o dimensionamento dos ramais e colunas de alimentação dos prédios, a NBR – 5626 adota um método baseado na probabilidade de uso simultâneo dos aparelhos e peças, onde não faz distinção quanto à natureza do prédio, tipo de ocupação e regime de horário (MACINTYRE, 1996). O método consiste no seguinte:

- Atribuem-se pesos às várias peças de utilização para definir suas demandas, utilizando a Tabela 1.
- Somam-se os pesos das diversas peças de utilização:  $\sum P$
- Calcula-se a raiz quadrada da soma de pesos:  $(\sum P)^{1/2}$
- Multiplica-se o valor de  $(\sum P)^{1/2}$  por um coeficiente de descarga  $C$  (vazão de referência), sendo  $C = 0,30$  litros por segundo ( L/s ), para se obter a descarga em litros por segundo ( L/s ).

A vazão de projeto será calculada pela Equação 2.3:

$$Q = 0,30 \times (\sum P)^{1/2} \quad (2.3)$$

O peso é função apenas da demanda. Não são levados em consideração os tempos e os intervalos de funcionamento dos aparelhos ao estabelecê-lo. Pelo processo da norma, nunca se somam as vazões, mas sim, apenas pesos para todos os ramais da rede de distribuição de água fria. Somente depois de determinado o peso correspondente a um dado trecho é que se passa ao cálculo da vazão correspondente.

Conhecido o valor da vazão de projeto, pode-se usar o gráfico da Figura 1 para obter o diâmetro da tubulação, diretamente, em função da vazão e da soma dos pesos (MACINTYRE, 1996).

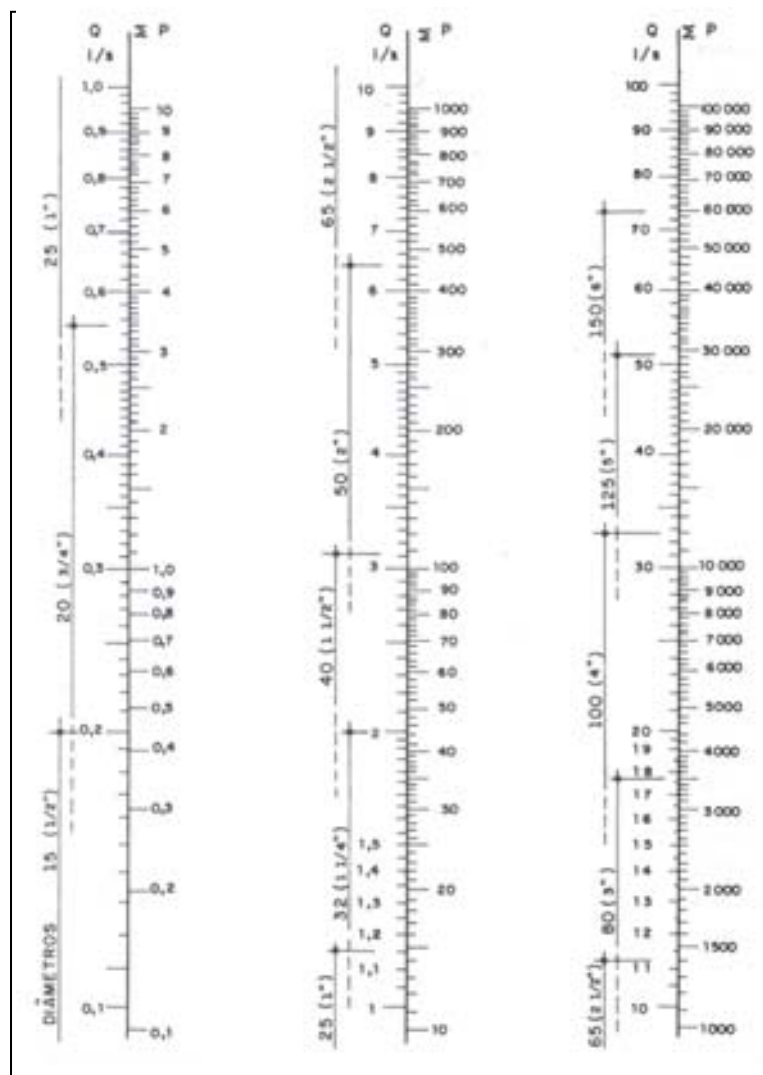


FIGURA 1 - Diâmetro das tubulações e vazões em função da soma dos pesos (MACINTYRE, 1996).

A perda de carga é a energia que o fluido irá despende para escoar ao longo de um tubo. Ela depende do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna e da vazão.

Objetivando evitar o aumento das perdas de carga no interior da tubulação, procura-se manter a velocidade da água abaixo dos limites estabelecidos por norma. Na NBR – 5626 (1998) está colocado que “as tubulações devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores superiores a 3 m/s”.

MACINTYRE (1996), afirma que ao se dimensionar o encanamento de uma rede de distribuição de água, deve-se considerar como velocidade máxima o valor de 2,5 m/s.

Em projetos de instalações prediais de água fria, cuja topologia é caracterizada por trechos curtos de tubulações, variação de diâmetros (em geral menores que 110mm) e presença de grande número de conexões, é usual a utilização da fórmula empírica de Fair-Whipple-Hsiao para o cálculo da perda de carga no interior da tubulação (PORTO, 2003).

A NBR – 5626 (1998) recomenda para calcular o valor da perda de carga nos tubos, a utilização da equação universal, obtendo-se os valores das rugosidades junto aos fabricantes dos tubos. Na falta dessa informação, a referida norma afirma ainda, que pode ser utilizada a expressão de Fair-Whipple-Hsiao, indicada abaixo (Equação 2.4):

$$J = 869.500 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75} \quad (2.4)$$

Onde:

$J$  – perda de carga unitária, em metro por metro (m/m);

$Q$  – vazão estimada da seção considerada em litros por segundo (L/s);

$D$  – diâmetro interno do tubo em milímetros (mm);

Além da perda de carga que ocorre ao longo da tubulação retilínea apresentada anteriormente, existe a perda de carga ocasionada pelas conexões que ligam os tubos, válvulas, curvas, registros, etc.

A presença de cada uma dessas peças, necessárias para a operação do sistema, concorre para que haja alteração de módulo ou direção da velocidade média, e conseqüentemente de pressão, localmente. Isso se reflete em um acréscimo de turbulência que produz perdas de carga que devem ser agregadas às perdas distribuídas, devido ao atrito, ao longo dos trechos retilíneos das tubulações. Tais perdas recebem o nome de perdas de carga localizadas ou singulares (PORTO, 2003).

Na prática, as canalizações não são constituídas exclusivamente por tubos retilíneos e de mesmo diâmetro. Usualmente, incluem ainda peças especiais e conexões que, pela forma e disposição, elevam a turbulência, provocam atritos e causam o choque de partículas, dando origem a perdas de carga. Além disso, apresentam-se nas canalizações outras singularidades, como válvulas, registros e



medidores, também responsáveis por perdas dessa natureza (AZEVEDO NETTO, 1986).

O Método dos comprimentos equivalentes é indicado pela norma NBR – 5626 (ABNT, 1998) para determinação da perda de carga em conexões e singularidades.

O método consiste em substituir, para simples efeito de cálculo, cada acessório da instalação por comprimentos de tubos retilíneos, de igual diâmetro, nos quais a perda de carga seja igual à provocada pelo acessório, quando a vazão em ambos é a mesma. Assim cada comprimento equivalente é adicionado ao comprimento real da tubulação, a fim de simplificar o cálculo, transformando o problema em um problema de simples perda distribuída (PORTO, 2003).

A Figura 2 apresenta os comprimentos equivalentes de tubulação retilínea para os diversos tipos de conexões em tubos lisos de plástico, cobre ou liga de cobre. Esta tabela é apresentada na NBR – 5626 (1998) e retirada da publicação da “Crane Corporation” (MACINTYRE, 1996).

















DIÂMETRO NOMINAL		JOELHO 90°	JOELHO 45°	CURVA 90°	CURVA 45°	TÊ 90° PASSAGEM DIRETA	TÊ 90° SAÍDA DE LADO	TÊ 90° SAÍDA ALTERNAL	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	SAÍDA DE CANALIZ. E CRIVO	VÁLVULA DE PE E CRIVO	VALV. RETENÇÃO TIPO LEVE	VALV. RETENÇÃO TIPO PESADO	REGISTRO GLOBO ABERTO	REGISTRO SAVETA ABERTO	REGISTRO ÂNGULO ABERTO
DN	(Ref)																
mm	(-)																
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,8	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,3	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,8	1,8	1,4	19,3	4,9	7,4	22,0	0,4	10,3
40	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,5	3,2	28,3	8,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,3	2,8	3,3	33,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2 1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	39,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	46,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	58,8	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

FIGURA 2 – Perda de carga localizada - Tabela com sua equivalência em metros de tubulação retilínea de PVC rígido ou cobre (MACINTYRE, 1996).

A norma NBR – 5626 (1998) sugere uma rotina para o dimensionamento das tubulações com base na planilha apresentada no Quadro 1, cujos passos apresentamos a seguir:

1. Preparar o esquema isométrico de rede e numerar seqüencialmente cada nó ou ponto de utilização desde o reservatório ou desde a entrada do cavalete;

2. Introduzir a identificação de cada trecho da rede na planilha;
3. Determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho, usando a Tabela 1;
4. Calcular para cada trecho a vazão estimada ( $Q$ ), em litros por segundo (L/s), com base na Equação 2.3;
5. Partindo da origem de montante da rede, selecionar o diâmetro interno da tubulação de cada trecho, considerando que a velocidade da água não deva ser superior a 3 m/s. Registrar o valor da velocidade e o valor da perda de carga unitária calculada pela Equação 2.4 em cada trecho;
6. Determinar a diferença de cotas geométricas entre a entrada e a saída de cada trecho (desnível), considerando positiva quando a entrada tem cota superior a da saída e negativa em caso contrário;
7. Determinar a pressão disponível na saída de cada trecho, somando ou subtraindo à pressão residual na sua entrada o valor da diferença de cota (desnível);
8. Medir o comprimento real do tubo que compõe cada trecho considerado;
9. Determinar o comprimento equivalente de cada trecho somando ao comprimento real os comprimentos equivalentes das conexões e singularidades;
10. Determinar a perda de carga total de cada trecho, multiplicando o valor da perda de carga unitária pelo comprimento equivalente total do trecho;
11. Determinar a pressão disponível residual na saída de cada trecho, subtraindo a perda de carga total da pressão disponível;
12. Se a pressão residual for menor que a pressão requerida no ponto de utilização, ou se a pressão for negativa, repetir o processo a partir do passo número 5, selecionando um diâmetro interno maior para a tubulação de cada trecho.



PLANILHA - TABELA DE PRESSÕES													
TRECHO T (I)	PESOS		VAZAO QF (I)	DIAMETRO		VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSAO DISPON. m	P.CARGA TOTAL m	PRESSAO JUSANTE m
	UNIT	ACUM.		EXT	INT			REAL	EQUIV.	TOTAL			
			l/s	mm	mm			m	m	m			

QUADRO 1 - Planilha com tabela de pressões – Modelo de Planilha segundo NBR 5626 – ABNT (1998).

Em condições dinâmicas (com escoamento), a pressão da água nos pontos de utilização deve ser estabelecida de modo a garantir a vazão de projeto indicada na Tabela 1 e o bom funcionamento da peça de utilização e do aparelho sanitário. Em qualquer caso, a pressão não deve ser inferior a 10 KPa (1 m.c.a.), com exceção do ponto da caixa de descarga onde a pressão pode ser menor do que este valor, até um mínimo de 5 KPa (0,5 m.c.a.) (ABNT, 1998).

### 2.3 OTIMIZAÇÃO UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR E NÃO LINEAR

A Programação Linear, técnica mais conhecida na solução de problemas de otimização, usa um modelo matemático para descrever o problema em questão. O adjetivo linear significa que é requerido que todas as funções matemáticas neste modelo sejam funções lineares. A palavra programação não se refere à programação de computadores; ao contrário, trata-se essencialmente de planejamento. Assim a programação linear faz o planejamento de atividades para obter um resultado “ótimo”, um resultado que alcance a melhor solução especificada, de acordo com o modelo matemático, entre todas as soluções viáveis (HILLIER, 1988).

No modelo de busca do ótimo por programação linear se parte do princípio de que cada um dos trechos da rede possui a vazão e comprimento conhecidos. Além disso, cada um dos trechos está coberto por uma gama de diâmetros distintos, que não são variáveis explícitas do problema. Cada diâmetro ocupa uma extensão de

comprimento desconhecida. Este comprimento de cada diâmetro é a variável de decisão ou incógnita do problema. Ao atuar deste modo, se consegue que a função objetivo e as restrições do problema se tornem lineares, obtendo uma solução configurada por diâmetros comercialmente disponíveis (LUCAS FILHO, 1991).

Dentre as diversas técnicas de programação linear para otimização de sistemas de distribuição de água, o Gradiente de Programação Linear é considerada a técnica de maior avanço. Esta técnica foi proposta inicialmente por ALPEROVITS e SHAMIR (1977), consistindo em um dimensionamento de redes de distribuição de água onde são consideradas algumas variáveis como constantes e outras como variáveis de decisão a serem dimensionadas através da programação linear.

No método do Gradiente de Programação Linear é feita uma distribuição inicial de vazões, estando os trechos da rede divididos em segmentos de diferentes diâmetros, cujos comprimentos são determinados por um programa linear. De acordo com o gradiente da função objetivo, é alterada a distribuição de vazões e realizado novo dimensionamento. O processo iterativo transcorre até que ocorra a convergência. Este método foi utilizado por QUINDRY et al (1981), BHAVE e LAM (1983), FUJIWARA et al (1987) e EIGER et al (1994).

De acordo com GOMES (1999), no caso particular do dimensionamento de redes de distribuição dos sistemas de irrigação sob pressão, as variáveis de decisão implícitas são os diâmetros das tubulações, que devem ser dimensionados sob o critério de custo mínimo. Os diâmetros não podem ser considerados variáveis de decisão explícitas no modelo, porque os custos das tubulações não variam linearmente com eles. Para superar esse inconveniente, se utiliza o artifício de adotar como variáveis de decisão explícitas os comprimentos das tubulações, já que os custos das mesmas variam linearmente com seus comprimentos.

Destaca-se também, entre os métodos para resolução de um problema de Programação Linear, o Método Simplex, pela sua facilidade de implementação, aplicabilidade, bem como, sua adaptação ao método computacional. O Método Simplex é um algoritmo de busca numérico e iterativo convergente, que pesquisa os vértices do poliedro convexo das restrições e fornece a solução exata de qualquer sistema de equações lineares, sujeito à otimização de uma função objetivo, em um número finito de passos.

A formulação matemática de otimização de uma rede coletiva por programação linear é muito simples. Isto tem favorecido a ampla difusão atual desta

metodologia, aliada a facilidade de acoplar o cálculo a algum dos programas existentes no mercado de computadores (LUCAS FILHO, 1991).

Para a resolução do modelo de programação linear se emprega o algoritmo simplex, do qual existem algumas versões disponíveis em softwares comerciais. De imediato na sua implementação em um computador pessoal, é recomendável utilizar versões que otimizem tempo de cálculo e memória, pois mesmo para redes pequenas a magnitude do problema é grande, se considerarmos que o número de equações se eleva a  $3N$ , sendo  $N$  o número de nós da rede (LUCAS FILHO, 1991).

Baseados no método de Programação Linear são destacados os trabalhos científicos desenvolvidos por KARMELI et al (1968), WOOD e CHARLES (1972) e de PLEBAN et al (1984).

Utiliza-se a Programação Linear quando os problemas possuem grande número de variáveis independentes, e que os modelos podem ser descritos com a precisão requerida mediante equações lineares, onde a função objetivo apresenta comportamento linear em relação às variáveis de decisão, e as restrições sejam lineares em relação a estas variáveis (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2001).

A principal desvantagem da utilização da programação linear é que as equações a serem otimizadas e que representam o sistema têm que ser lineares, fato que, normalmente, não ocorre na prática.

Se os modelos matemáticos que representam os processos físicos envolvidos e/ou a função objetivo podem ser caracterizados pela não linearidade em relação às variáveis de decisão, pode ser utilizada a Programação Não Linear (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2001).

Neste método, grande parte das características dos sistemas reais pode ser incluída no modelo matemático, fornecendo uma maior riqueza de modelagem. Por outro lado, causa uma maior complexidade matemática, aumentando o tempo de cálculo computacional.

GUERCIO et al (1997) fizeram estudos comparativos entre a programação linear e a programação não linear, chegando à conclusão de que o tempo de cálculo computacional na utilização da programação linear é significativamente menor.

A Programação Não Linear com restrições à função objetivo a ser minimizada é denominada programação não linear restrita, e caso a função objetivo não possua restrições, ela é denominada irrestrita.

As técnicas de resolução de problemas de programação não linear dividem-se em analíticas e de busca numérica.

As técnicas analíticas procuram determinar soluções ótimas resolvendo sistemas de equações com apoio de derivadas. A otimização pode ser reduzida à procura de raízes desses sistemas. O Método de Cálculo Diferencial, o Método dos Multiplicadores de Lagrange e a Programação Geométrica são exemplos de técnicas analíticas (CIRILO, 1997).

As técnicas de busca numérica são métodos iterativos que melhoram as soluções do processo de otimização, através de informações obtidas ao longo das iterações realizadas. São baseadas no emprego de métodos numéricos para a resolução dos problemas, onde não é possível o emprego de soluções analíticas (CIRILO, 1997).

Entre os métodos de busca numérica, podemos citar o Método de Newton-Raphson, que é um processo iterativo para busca da solução de um conjunto de equações não lineares simultâneas. Este método é uma extensão do método de Newton para busca unidirecional, onde aproxima a função objetivo  $f(x)$ , a ser minimizada, a uma quadrática. Enquanto no método do gradiente ocorre uma convergência linear, neste método tem-se uma convergência quadrática.

Pelo método de Programação Não Linear destacam-se as pesquisas feitas por COLLINS et al (1978), CENEDESE et al (1987) e FUJIWARA et al (1990).

A busca de ótimos globais, deve ser feita através de algoritmos próprios para este fim. O método Branch and Bound é baseado em seqüências convergentes de limites inferiores e superiores para o ótimo global. Este método foi utilizado por EIGER et al (1994), SHERALI e SMITH (1997), SHERALI et al (1998) e KWANYUEN et al (1998).

Por outro lado, os Algoritmos Genéticos são métodos de etapas de seleção aleatória que permitem movimentos entre ótimos locais, porém, não possibilitam determinar se a solução encontrada é um ótimo global. Entre os trabalhos envolvendo Algoritmos Genéticos podem ser citados: GOLDBERG (1989), MURPHY et al (1992), WALTERS et al (1993), SIMPSON et al (1994) e SAVIC et al (1997).

WALSKI et al (1990) citam um método desenvolvido pela U. S. Army Corps of Engineers denominado WADISO – Water Distribution System Optimization, que consiste na técnica de enumeração exaustiva das possíveis soluções.

## 2.4 OTIMIZAÇÃO UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO DINÂMICA

A Programação Dinâmica ou Planificação Dinâmica é um método de otimização muito especial de soluções adaptado às chamadas operações de “múltiplos passos” ou de “múltiplos estágios”. Baseado em uma fórmula recorrente, permite otimizar de forma sucessiva os intervalos em que, normalmente, se divide um processo seqüencial (LUCAS FILHO, 1991).

Se for possível formular um problema em etapas utiliza-se a Programação Dinâmica (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2001).

O método, mais que uma teoria matemática, é um princípio filosófico. Todo o princípio teórico e matemático de sua formulação está baseado no Teorema de Bellman: “Uma política ótima tem a propriedade de que, qualquer que seja seu estado e decisão iniciais, as decisões subseqüentes devem constituir uma política ótima em relação ao estado resultante da decisão inicial”. Ou seja, uma trajetória ótima tem a propriedade de que qualquer que tenha sido o primeiro passo, a trajetória subseqüente deverá ser ótima em relação ao estado resultante final dessa primeira decisão (LUCAS FILHO, 1991).

De maneira mais simples, na Programação Dinâmica cada etapa da seqüência deve considerar somente os resultados das alternativas da etapa anterior. Desta forma, a melhor solução é encontrada em cada alternativa da etapa considerada e ao chegar ao final da seqüência, são conhecidos tanto a melhor alternativa como o caminho seguido.

MARTIN (1980) faz uma abordagem ao conceito desenvolvido por R. Bellman, e descreve um algoritmo para determinação do desenho e locação da rota de menor custo para um sistema de transporte de água.

Em contraste com a Programação Linear, para o problema da Programação Dinâmica não existe uma formulação matemática padrão. A Programação Dinâmica é uma técnica matemática de utilidade freqüente para se tomar uma seqüência de decisões inter-relacionadas. Ela fornece um procedimento sistemático para determinar a combinação de decisões que maximizará a eficácia geral (HILLIER, 1988).

O uso da Programação Dinâmica na resolução de um problema qualquer carece de um sistema operacional para a solução do mesmo. É necessário em cada



caso, que ele se encaixe no princípio de otimização de Bellman, ou seja, que o problema possa ser modelado de maneira que seja efetivo o uso de tal metodologia (LUCAS FILHO, 1991).

Na resolução da programação dinâmica o problema é sub-dividido em várias etapas ou estágios. Determina-se o ótimo de cada etapa, relacionando o ótimo de uma etapa com o de outra através da função objetivo, até que percorrendo todas as etapas se obtenha o ótimo global.

Segundo LUCAS FILHO (1991), o fato de que um problema qualquer possa ser decomposto em etapas, artificial ou naturalmente, não significa que será resolvido com sucesso pela Programação Dinâmica, apesar de ser uma condição necessária, porém não suficiente. Tudo isto é verdade, claro, quando estamos falando de programação matemática, ou seja, tentando encontrar o melhor ponto que otimize o modelo econômico.

Ele finaliza, afirmando que a vantagem do uso de determinado método de otimização em relação a outro, é a possibilidade de poder obter uma melhor aproximação da solução ótima de um tipo de problema, refletida, por exemplo, na velocidade de cálculo, facilidade de utilização, compreensão e acompanhamento da evolução do cálculo, etc.

Como exemplo desta metodologia, tem-se o Método Granados descrito por GOMES (1999), que é um algoritmo iterativo de otimização, que proporciona o custo mínimo de uma rede de distribuição ramificada pressurizada, em função da cota piezométrica de alimentação da mesma.

O Método Granados, se caracteriza por seu sistema de otimização de redes de distribuição de água, mediante o avanço progressivo no sentido do final para o início da rede, reduzindo em cada interação, as folgas de pressão disponíveis na mesma (GRANADOS, 1990).

Este método parte de uma solução prévia para a rede, com diâmetros de custo mínimo e uma cota do reservatório de montante máxima, necessária para obtenção das pressões mínimas nos pontos terminais de utilização da rede. A seguir, através de interações sucessivas, são substituídos os diâmetros das tubulações dos trechos ótimos, pelos diâmetros consecutivos, reduzindo a perda de carga, e desta forma, reduzindo de forma correspondente a cota de cabeceira do reservatório.

O Sistema Granados é um método de cálculo baseado na programação dinâmica, mediante um procedimento iterativo de cálculo no qual, seguindo uma rota de ótimos, se vai eliminando gradualmente as folgas de pressão disponíveis nos pontos terminais da rede, até que se alcança uma cota de cabeceira desejada. Seu sistema operacional é elementar, possibilitando abordar o cálculo de redes de grande tamanho com computadores pessoais (LUCAS FILHO, 1991).

WALTERS (1988) faz uma revisão dos conceitos e aplicações das programações linear, não linear e dinâmica e cita que a experiência mostra que os desenhos otimizados de redes são, usualmente, 5 a 15 % mais econômicos que os desenhos convencionais.

WALSKI (1985) e GOULTER (1992) fizeram uma extensa revisão dos clássicos métodos de otimização aplicados na resolução de problemas, sendo que GOULTER analisou a distância existente entre os métodos de otimização e a sua utilização pelos engenheiros projetistas, citando a dificuldade de aplicação para problemas práticos.

Em 1985 foi realizada na cidade de Nova York uma conferência onde foram desenvolvidas várias seções denominadas "The Battle of the Networks Models", onde vários grupos de pesquisa apresentaram seus modelos para otimização de uma rede preestabelecida. WALSKI et al. (1987), fez uma análise dos resultados obtidos pelas diferentes metodologias e algoritmos empregados, e verificou que as diferentes soluções otimizadas apresentavam custo total similar, isto é, com a mesma ordem de grandeza.

## **2.5 MÉTODO GRANADOS**

No dimensionamento ótimo de uma rede de distribuição de água fria, pode ser utilizado, como ferramenta de otimização, o MÉTODO GRANADOS. Este método desenvolvido por Alfredo Granados, Espanha, (1990), é um algoritmo iterativo de otimização, baseado na programação dinâmica, que fornece a rede de custo mínimo de um sistema ramificado de distribuição de água, em função da cota piezométrica do reservatório. Este método tem como principal vantagem sobre os demais métodos de programação, a liberdade para que a função objetivo e as respectivas restrições sejam não lineares ou até mesmo descontínuas.

Na aplicação do Método Granados, são eliminados os excessos de pressões disponíveis nos pontos terminais da rede de distribuição, até atingir a cota de cabeceira de menor custo ou a cota desejada pelo projetista. Este método de otimização é muito vantajoso, pois considera a variação dos preços das tubulações em função dos seus diâmetros, classes e tipo de material.

A aplicação do Método Granados, no processo de otimização de uma rede de distribuição de água, pode ser dividida em duas etapas:

- Obtenção da solução prévia;
- Redução da cota piezométrica de cabeceira.

### **2.5.1 Obtenção da solução prévia**

Na primeira etapa é determinada uma solução prévia ou solução inicial que fornecerá o custo ótimo da rede de distribuição. Esta solução prévia é baseada no critério da velocidade máxima do fluxo de água, e é caracterizada pela utilização dos menores diâmetros comerciais possíveis, que atendam ao referido critério.

Os limites restritivos de velocidade máxima admitida no interior dos tubos obedecem às condições hidráulicas de trabalho mais desfavoráveis, causadas pela diminuição do diâmetro dos mesmos, como por exemplo, os riscos correspondentes aos eventuais golpes de aríetes e os custos indiretos da proteção com encarecimento de juntas, encaixes e materiais.

Por outro lado, a restrição de velocidade mínima somente está condicionada por imperativos técnicos, da própria metodologia de cálculo, que tem por objetivo fixar um limite razoável para o diâmetro máximo previsto para transportar uma dada vazão. Isto permite acelerar a rapidez dos cálculos de otimização.

A solução prévia deverá atender aos requisitos de pressões mínimas suficientes para as solicitações nos pontos de consumo e superar as perdas de carga.

Segundo GRANADOS (1990), a escolha desta solução prévia como ponto de partida do processo de cálculo, pode ser assim justificada:

- Se parte de uma solução que está sistematicamente próxima da ótima, para que o número de iterações para se chegar a mesma seja sempre curto;

- Nesta solução inicial os diâmetros selecionados para cada trecho são os menores possíveis. Seriam também os mais baratos, se no problema de otimização não interviesse a classe dos tubos;

- A obtenção da solução prévia é de grande simplicidade, uma vez que se fixam os limites de velocidade máxima para cada diâmetro e classe comercial;

- Cada iteração aumentará o diâmetro de alguns trechos com relação aos da solução precedente, e devido ao sistema de avanço na busca do ótimo, nunca será preciso estabelecer um limite de velocidade mínima ou nenhuma outra restrição destinada a limitar o número de diâmetros selecionados por trecho.

Para determinação da solução prévia são enumerados os trechos da rede ( $TT[i]$ ), no sentido inverso ao fluxo, do ponto mais extremo da rede para a cabeceira. Em cada trecho deverão ser conhecidos: o comprimento ( $L[i]$ ), a vazão ( $QF[i]$ ), a cota piezométrica (pressão) mínima exigida no ponto terminal do trecho, uma tabela com os preços unitários ( $PR[i]$ ) das tubulações em função dos seus diâmetros ( $D[i]$ ), além dos critérios para determinação das perdas de carga. Os diâmetros dos trechos da solução prévia ( $D[i]$ ) serão escolhidos de forma que tenhamos as velocidades máximas admissíveis no interior dos tubos. Com os dados acima é feita a montagem de uma tabela conforme modelo apresentado no Quadro 1.

Utilizando os dados dessa tabela, se calcula, para cada trecho com diâmetro  $D[i]$ , a velocidade  $V[i]$  e a perda de carga  $hf[i]$  produzida por esta velocidade, assim como, os valores de  $D_2[i]$ , diâmetro comercial imediatamente superior a  $D[i]$ ,  $V_2[i]$ ,  $hf_2[i]$  e a perda de carga que se recupera ao se substituir o diâmetro  $D[i]$  por  $D_2[i]$ :

$$hf_{disp}[i] = hf[i] - hf_2[i] \quad (2.5)$$

A perda de carga  $hf[i]$  é obtida a partir da perda de carga unitária  $J[i]$  calculada pela Equação 2.4, através da expressão:

$$hf[i] = J[i] \times L[i] \quad (2.6)$$

O custo unitário da tubulação adotada em cada trecho  $PRC[i]$  será utilizado para se calcular o encarecimento que o mesmo sofrerá ao substituirmos o seu diâmetro de  $D[i]$  para  $D_2[i]$ :

$$\Delta PRC[i] = (PRC_2[i] \times L[i] - PRC[i] \times L[i]) \quad (2.7)$$

O custo total da solução prévia é igual a soma de todos os valores  $(PRC[i] \times L[i])$  dos trechos que a compõem.

Para o cálculo da cota piezométrica de cabeceira da solução prévia  $CCABi$ , se supõe uma cota piezométrica de cabeceira fictícia igual a zero, e utilizando a planilha conforme o modelo apresentado no Quadro 1, são calculadas as pressões de jusante de cada trecho da rede (cotas piezométricas dos pontos terminais), todas fictícias e negativas. A partir das quais, são calculadas as folgas de pressão de cada trecho, também fictícias e negativas.

O valor da menor de todas as folgas de pressão fictícias  $FP$ , com o sinal mudado, será a cota de cabeceira da solução prévia  $CCABi$ .

### 2.5.2 Redução da cota piezométrica de cabeceira

Na definição da solução prévia, ponto de partida para o processo de otimização da rede, a cota piezométrica de cabeceira, ou seja, a cota de fundo do reservatório de água, foi elevada, de forma fictícia, de um valor suficiente para possibilitar que a rede atendesse aos requisitos de pressões mínimas.

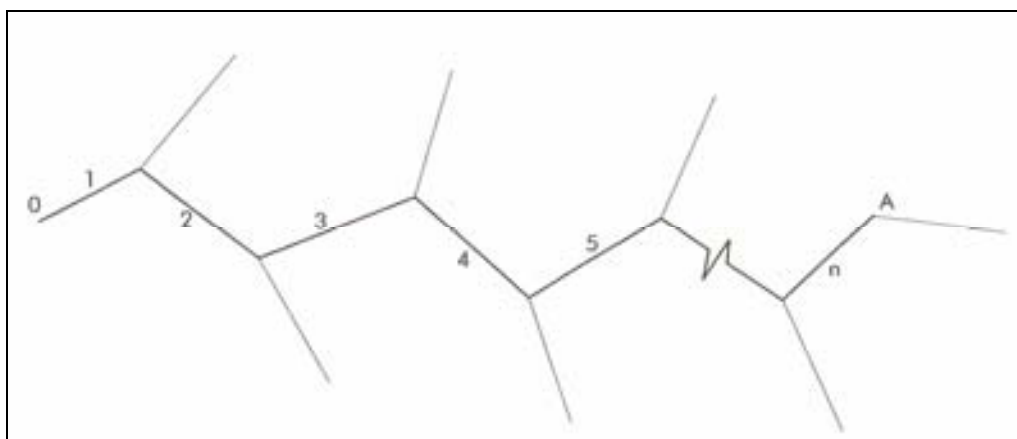
Nesta segunda etapa do Método Granados é utilizado um processo iterativo de operações cujo objetivo é reduzir gradualmente a cota de cabeceira, considerando a substituição de trechos da tubulação da rede pelos diâmetros subseqüentes, considerando um acréscimo mínimo de custo para a rede.

Este processo iterativo é interrompido ao ser alcançada a cota piezométrica de cabeceira desejada (cota do reservatório). Uma das ações mais importantes do Método Granados é a associação da perda de carga a um custo e, para atingir este objetivo, procura-se, a cada iteração, o trecho de gradiente ótimo entre aqueles que

estão compreendidos no trajeto que vai desde o ponto terminal de folga de pressão nula até a cabeceira.

Segundo GRANADOS (1990), o processo de seleção dos trechos nos quais é preciso, em cada iteração, aumentar o diâmetro do tubo está fundamentado nos seguintes princípios:

1. Para efeito de aumento da pressão disponível em um determinado ponto terminal da rede, é indiferente, sob o ponto de vista hidráulico, o trecho no qual se consiga esta melhoria, entre todos os trechos constituintes do trajeto que vai desde a cabeceira da rede até este ponto terminal. Tomando como exemplo a rede do Desenho 1, para melhoria da pressão disponível no ponto terminal A da rede, na qual existem  $n$  trechos no trajeto desde a origem O até o referido ponto A, contemplando exclusivamente o problema da melhoria de pressão, esta se pode conseguir aumentando o diâmetro do tubo de qualquer um dos trechos ou grupo de trechos, entre os  $n$  que compõem o trajeto.



DESENHO 1 – Rede de distribuição de água com  $n$  trechos

O número de opções que aumentem a pressão disponível em A ocupará todo o campo de combinações realizáveis com os trechos do trajeto e com os diâmetros disponíveis no mercado. Cada uma dessas possíveis combinações está associada a uma determinada variação do custo da rede, existindo entre todas elas, uma combinação na qual

a referida melhoria se realiza com menor custo que as demais e que, portanto, nos interessa selecionar.

2. Define-se como Gradiente de Câmbio o custo marginal da melhoria da perda de carga conseguida em um trecho, mediante a substituição de um diâmetro pelo seu imediatamente superior. É o acréscimo de custo relacionado com a diminuição de perda de carga, produzido pela mudança de diâmetro. Assim para um trecho de comprimento  $L[i]$  cujo diâmetro inicial é  $D[i]$  (com um custo unitário  $PRC[i]$  e perda de carga  $hf[i]$ ), o Gradiente de Câmbio que expressa a substituição de  $D[i]$  pelo primeiro diâmetro comercial superior ao mesmo  $D_2[i]$  (com custo unitário  $PRC_2[i]$  e perda de carga  $hf_2[i]$ ) vem dado pela Equação 2.8:

$$C\grave{A}M\grave{B}I\grave{O}[i] = \frac{(PRC_2[i] \times L[i] - PRC[i] \times L[i])}{hf[i] - hf_2[i]} \quad (2.8)$$

Ou também por:

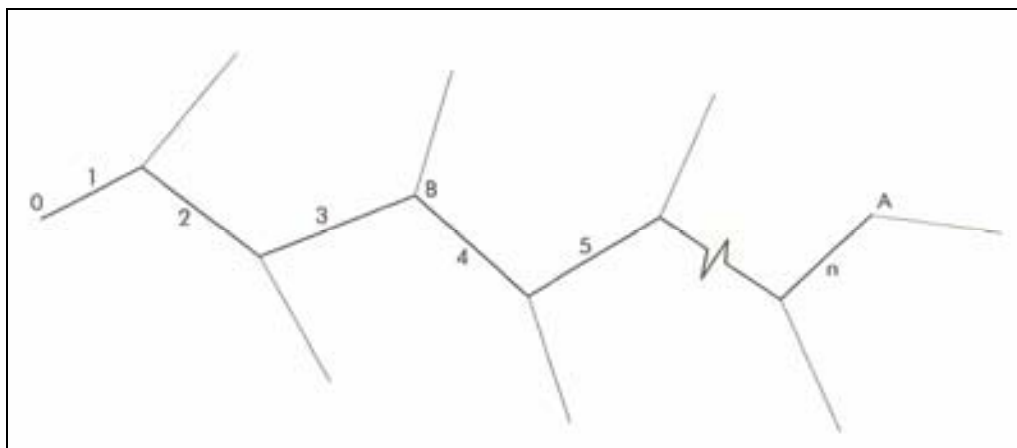
$$C\grave{A}M\grave{B}I\grave{O}[i] = \frac{\Delta PRC[i]}{hf_{disp}[i]} \quad (2.8)$$

3. Por razões de mercado, verificam-se os seguintes condicionantes nos tubos comerciais existentes:
  - Nos tubos que possuem características como tipo, classe e qualidade iguais, o custo unitário  $PRC$  aumenta diretamente com o diâmetro  $D$  dos mesmos.
  - Para toda vazão  $QF$  dada, o valor do Gradiente de Câmbio é sempre crescente com o diâmetro  $D$ .
4. O Gradiente de Câmbio é o índice que determina o encarecimento unitário (em reais / metro de perda de carga), que se produz quando se efetua, em um trecho da rede de distribuição de água, a substituição de um diâmetro por outro. Por ser crescente com o aumento do diâmetro, o câmbio ótimo de um diâmetro será sempre o

imediatamente superior, visto que qualquer outra combinação seria economicamente mais desfavorável.

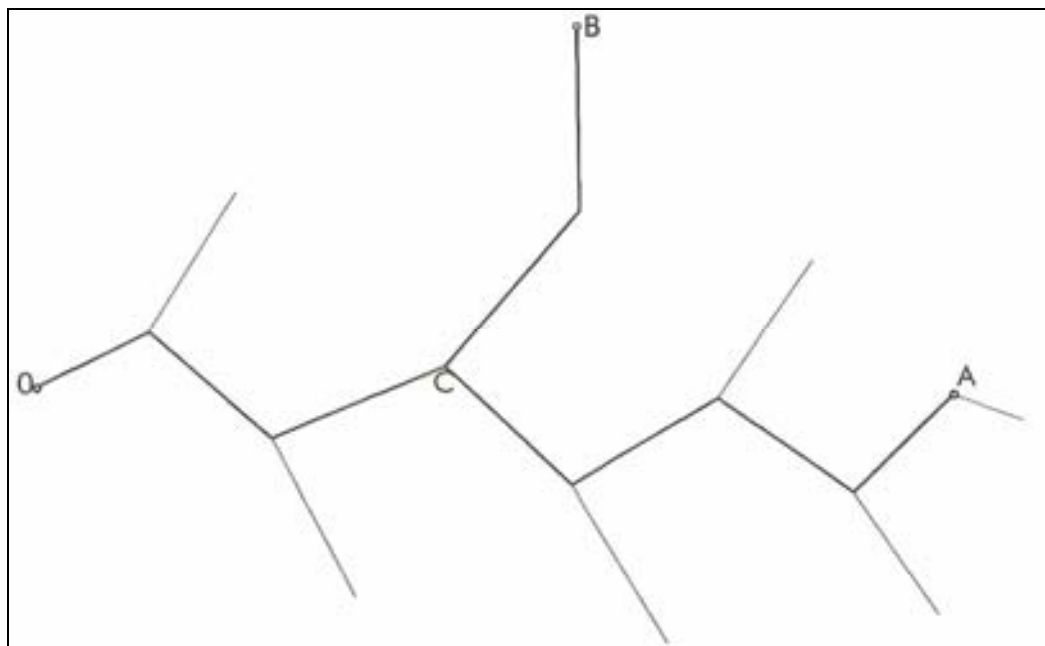
5. Ainda que, sob o ponto de vista hidráulico, exista uma infinidade de soluções que permitem aumentar a pressão disponível em um determinado ponto terminal de uma rede, analisando o problema sob o ponto de vista hidráulico-econômico, a solução é única, já que a melhoria da pressão deverá ser levada a cabo no trecho, cujo Gradiente de Câmbio seja menor, entre todos do trajeto que vai desde a cabeceira (origem da rede) até o referido ponto terminal. Assim na rede apresentada no Desenho 1, a cada trecho  $i$  existe um Gradiente de Câmbio correspondente  $C\grave{A}M\grave{B}I\grave{O}[i]$ . A melhoria da pressão no ponto A deverá ser efetuada aumentando o diâmetro do trecho, cujo valor do Gradiente de Câmbio  $C\grave{A}M\grave{B}I\grave{O}[i]$  seja o menor de todos os trechos que compõem o percurso AO.
6. Se em lugar de um, são vários os pontos terminais com pressão insuficiente, o critério de seleção do trecho para substituição do diâmetro é o mesmo que o anterior (critério de máxima economia), porém com as seguintes particularidades:
  - Quando todos os pontos terminais possuem os seus percursos desde a cabeceira superpostos (disposição dos trechos em série), a melhoria hidráulica do conjunto é conseguida modificando o diâmetro de algum dos trechos situados a montante de todos os pontos terminais com pressão insuficiente. Se na rede apresentada no Desenho 2, os pontos A e B forem pontos com pressões insuficientes, não teria sentido hidráulico tentar solucionar o problema aumentando o diâmetro de qualquer dos trechos a jusante de B (trechos 4, 5 ... n). O percurso no qual se deverá selecionar o trecho com Gradiente de Câmbio mínimo será o que vai desde a cabeceira até alcançar o primeiro ponto com pressão insuficiente B (trechos 1, 2 e 3).





DESENHO 2 – Rede de distribuição de água com n trechos e pontos terminais A e B

- Quando os pontos terminais da rede com pressão insuficiente pertencem a ramais distintos (disposição em paralelo), a melhoria hidráulica do conjunto é obtida modificando o diâmetro de algum dos trechos comuns situados a montante da totalidade desses pontos, ou modificando, simultaneamente, trechos não comuns pertencentes aos percursos que partindo da cabeceira da rede, finalizam em cada um dos pontos terminais. Tomando como exemplo a rede apresentada no Desenho 3, para melhorar a pressão nos pontos terminais A e B, localizados em ramais distintos, pode-se aumentar o diâmetro de um dos trechos do percurso OC, ou, simultaneamente, aumentar o diâmetro em um dos trechos do percurso CA e em outro do percurso CB. Sob o ponto de vista hidráulico, é indiferente reduzir a perda de carga do percurso OC em  $\Delta hf$  ou, simultaneamente, reduzi-la também de  $\Delta hf$  em CA e CB. Em ambos os casos as pressões nos pontos A e B seriam aumentadas do mesmo valor  $\Delta hf$ .



DESENHO 3 – Rede de distribuição de água ramificada com pontos terminais A, B e C

No caso de pontos terminais com pressão insuficiente dispostos em paralelo, a melhoria de pressão  $\Delta hf$  no percurso OC se efetuará ao custo unitário  $C\hat{A}M B I O_0[i]$ , enquanto que a mesma melhoria  $\Delta hf$  se realizará ao custo unitário  $C\hat{A}M B I O_1[i]$  no percurso CA e ao custo  $C\hat{A}M B I O_2[i]$  no percurso CB. Os valores  $C\hat{A}M B I O_0[i]$ ,  $C\hat{A}M B I O_1[i]$  e  $C\hat{A}M B I O_2[i]$  são os Gradientes de Câmbio mínimos do conjunto de trechos  $i$  que formam os percursos OC, CA e CB respectivamente. Aplicando entre esses valores o critério da máxima economia, a mudança de diâmetro deverá ser feita no ramal OC se for verificada a desigualdade:

$$C\hat{A}M B I O_0[i] < C\hat{A}M B I O_1[i] + C\hat{A}M B I O_2[i]$$

Por outro lado, a mudança ocorrerá, simultaneamente, em CA e CB se a desigualdade for:

$$C\hat{A}M B I O_0[i] > C\hat{A}M B I O_1[i] + C\hat{A}M B I O_2[i]$$

7. Em resumo, o critério de seleção do(s) trecho(s) que em cada iteração terá o seu diâmetro aumentado, se efetuará sempre atendendo ao objetivo de alcançar a diminuição da perda de carga necessária, com o máximo de economia possível. Para isto, se deve levar em conta

que, cada uma das possíveis combinações de trechos selecionados deve melhorar a pressão da totalidade dos pontos terminais, e que entre essas possíveis combinações, se deve optar por aquela cuja a soma dos Gradientes de Câmbio tenha o menor valor possível. O menor valor entre todos os Gradientes de Câmbio do(s) percurso(s) que contém um ponto terminal com folga de pressão igual a zero é chamado Gradiente de Câmbio Ótimo ( $C_{\min}$ ), e o trecho correspondente é denominado Trecho Ótimo ( $T_{\text{ótimo}}$ ).

### 2.5.3 Caracterização do Sistema Granados

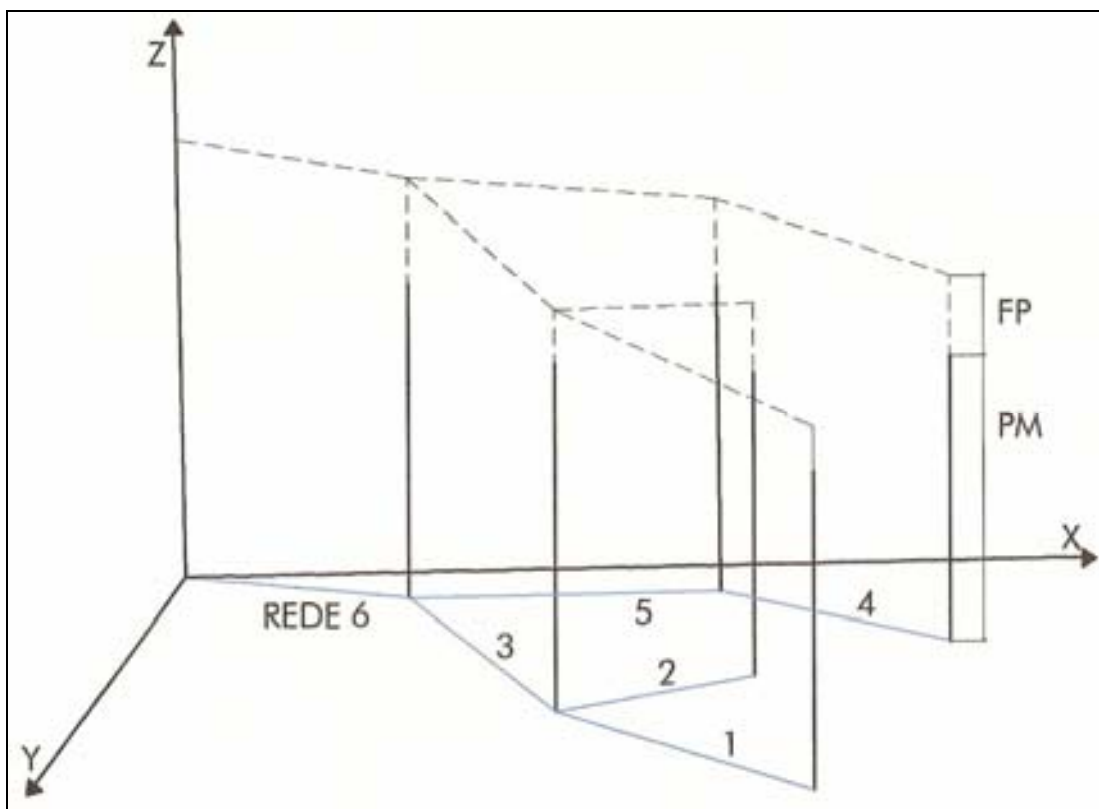
A principal característica do método é a otimização mediante o avanço progressivo do final para o início da rede, mantendo fixa a cota piezométrica dos pontos terminais que tenham alcançado a pressão mínima ( $P_{\min}$ ), reduzindo, em cada iteração, as folgas de pressão disponíveis em todos os pontos terminais situados a montante dos primeiros, o que significa uma redução do mesmo valor na cota de cabeceira.

A diferença entre a cota piezométrica do ponto terminal de cada trecho da rede ( $CP$ ) e a cota piezométrica mínima requerida de projeto para este ponto ( $P_{\min}$ ), é definida pelo sistema como folga de pressão ( $FP$ ). Se um nó qualquer da rede não se constitui em um ponto terminal de utilização, o valor da pressão mínima ( $P_{\min}$ ) será o mínimo necessário para que ocorra o fluxo de água no interior da tubulação.

O primeiro passo no processo de otimização da rede é a determinação do diâmetro inicial de cada trecho, de modo a propiciar uma velocidade dentro dos limites fixados pela norma, em toda a extensão da rede. Logo será necessária uma pressão mínima na cabeceira (origem) para garantir que todos os valores de folga de pressão nos nós da rede sejam positivos ( $FP \geq 0$ ), o que significa que, pelo menos, um dos trechos terá folga de pressão nula.

Para a obtenção da pressão mínima  $Z_0$  na origem da rede, basta supor a linha piezométrica da rede com velocidades de fluxo máximas flutuando com certo grau de liberdade acima do traçado da rede. No Desenho 4 está representada como a

linha tracejada ao longo do eixo Z. Acima de cada ponto terminal da rede, se ergue um pilar fictício representando o valor da pressão mínima requerida neste ponto ( $PM$ ). Qualquer variação da pressão mínima na cabeceira será transferida integralmente a todos os demais pontos terminais, desde que o conjunto de linhas piezométricas não sofra alterações, ou seja, desde que a pressão mínima de nenhum ponto terminal seja modificada. Assim, pode-se ir rebaixando gradualmente a cota de cabeceira até que em algum dos pontos terminais da rede (nó de jusante do trecho 3 do Desenho 4, por exemplo) a folga de pressão seja nula ( $FP = 0$ ).



DESENHO 4 - Rede de distribuição de água com gráfico das pressões mínimas nos pontos terminais e linha piezométrica

Esta será a Solução Prévia que serve de ponto de partida do sistema operacional do Método Granados, definida pela pressão na origem  $Z_0$ , velocidades próximas à máxima admissível em toda a rede e folga de pressão nula em pelo menos um ponto terminal da rede. A partir dessa solução o objetivo do sistema operacional é ir reduzindo, gradualmente, a pressão na origem (cota piezométrica de cabeceira) mediante um processo iterativo que avança sempre levando em

consideração o incremento mínimo de custo da rede até alcançar a cota de cabeceira desejada.

Para se conseguir este objetivo se busca, em cada iteração, o trecho de gradiente de câmbio ótimo, entre aqueles que estão compreendidos no percurso que vai desde o ponto terminal com folga de pressão nula até a cabeceira. Com isto se pode garantir a redução da cota de cabeceira a um custo menor, ou seja, se substitui um diâmetro pelo seu imediatamente superior, no trecho que proporcione o menor aumento de custo. Essa troca de diâmetro proporciona um aumento da pressão ( $hfdisp$ ) nos pontos da rede situados a montante do trecho ótimo, nos ramais que derivam desses pontos e na origem (cabeceira) da rede. O que equivale a reduzir a cota piezométrica de cabeceira e as folgas de pressão desses trechos de um valor igual ao  $hfdisp$ , sem que a pressão nos trechos com folga de pressão nula seja reduzida. Devemos perceber que o valor de  $hfdisp$  nunca poderá superar a menor folga de pressão  $FP_{min}$ , diferente de zero, que corresponde aos trechos cuja piezométrica sofreu um rebaixamento. Este valor mínimo é denominado de decréscimo de pressão  $DP$  e se define como o menor valor entre os  $hfdisp$  disponíveis nos trechos ótimos e a menor folga de pressão positiva, excetuando-se as que correspondam a trechos situados a jusante dos trechos ótimos.

De forma resumida, para ser feita a redução da cota piezométrica de cabeceira o sistema deverá seguir a cada iteração, a seqüência abaixo:

### **Determinação do(s) percurso(s) ótimo(s)**

O percurso ótimo será o percurso compreendido entre um ponto terminal da rede com folga de pressão nula até a cabeceira.

### **Determinação do(s) trecho(s) ótimo(s)**

*Para a determinação dos trechos ótimos devem ser obedecidas as seguintes orientações:*

1. Rede com trechos em série:

O trecho ótimo será aquele que tenha o menor gradiente de câmbio selecionado entre os trechos que vão desde o trecho de folga de pressão nula até a cabeceira.

Se nesse percurso ótimo houver mais de um trecho com folga de pressão nula, deverá ser considerado, para a escolha do trecho ótimo, o gradiente de câmbio a partir do trecho com folga de pressão igual a zero mais próximo da cabeceira.

## 2. Rede com trechos ramificados:

Quando existem pontos terminais da rede com folga de pressão igual a zero em percursos ótimos distintos de uma rede ramificada, a escolha do(s) trecho(s) ótimo(s) será feita através da comparação entre o gradiente de câmbio do trecho ótimo pertencente ao percurso da cabeceira até o entroncamento (ou ramificação dos percursos com folga de pressão nula) e a soma dos gradientes de câmbio dos trechos ótimos de cada ramificação com  $FP = 0$ . O menor valor obtido será a indicação do(s) trecho(s) ótimo(s).

### **Cálculo do decréscimo de pressão DP**

Será adotado o menor valor entre a redução de perda de carga disponível no trecho ótimo ( $hfdisp$ ) e a mínima folga de pressão ( $FP_{min}$ ) existente em toda a rede, exceto os valores das folgas de pressão dos nós situados a jusante dos trechos ótimos. Existirão, portanto, dois casos a serem observados:

1.  $hfdisp \leq FP_{min}$

O decréscimo de pressão ( $DP$ ) será igual ao valor  $hfdisp$  e todo o trecho ótimo será substituído pelo diâmetro imediatamente superior. A linha piezométrica será rebaixada no valor  $hfdisp$  e as novas folgas de pressão de toda rede serão diminuídas também do valor  $hfdisp$ , com exceção do trecho ótimo e daqueles situados a jusante do mesmo.

2.  $hfdisp > FP_{min}$

Neste caso o decréscimo de pressão ( $DP$ ) será igual à folga de pressão mínima ( $FP_{min}$ ) e o trecho ótimo será substituído parcialmente pelo diâmetro imediatamente superior. O novo valor de  $hfdisp$  será igual ao valor anterior menos o valor de  $FP_{min}$ .

A nova cota piezométrica de cabeceira e as novas folgas de pressão da rede serão rebaixadas em  $FP_{min}$ , com exceção ao do trecho ótimo e dos trechos situados a jusante do mesmo.

### **Cálculo do comprimento da tubulação do trecho ótimo a ser substituído**

Caso o trecho ótimo seja substituído parcialmente conforme vimos no parágrafo anterior, o comprimento do trecho a ser substituído pelo diâmetro imediatamente superior  $CTT[i]$  será calculado através da relação  $K$  entre a perda de carga disponível após a iteração, e a perda de carga disponível antes da mesma, conforme apresentado a seguir na Equação 2.9:

$$K = \frac{hf_{disp}[i]}{(hf[i] - hf_2[i])} \quad (2.9)$$

Onde:

$hf_{disp}$  = perda de carga disponível no trecho após iteração

$hf[i]$  = perda de carga para o diâmetro  $D[i]$

$hf_2[i]$  = perda de carga para o diâmetro  $D_2[i]$

O valor  $(1 - K)$  ao ser multiplicado pelo comprimento do trecho ( $L[i]$ ) indicará o comprimento da tubulação a ser substituída pelo diâmetro imediatamente superior, conforme apresentado na Equação 2.10:

$$CTT[i] = (1 - K) \times L[i] \quad (2.10)$$

### **Cálculo do novo custo da rede**

O novo custo da rede será igual ao custo anterior, mais a diferença de custo causado pelo aumento do diâmetro no trecho ótimo.

### **Cálculo e verificação da nova cota piezométrica da cabeceira**

O valor da nova cota piezométrica de cabeceira será calculado pela diminuição da cota inicial da solução prévia ( $CCAB_i$ ), do valor correspondente ao decréscimo de pressão ( $DP$ ) corrigido.

A seguir este novo valor é comparado com o valor da cota de cabeceira final desejada. Enquanto essa nova cota de cabeceira for maior que o valor da cota final de cabeceira desejado, deveremos continuar o processo iterativo até que esse objetivo seja alcançado.

### **3 DESCRIÇÃO DO CASO EM ESTUDO**

No presente capítulo, é feito o dimensionamento das tubulações da rede de distribuição predial de água fria de um condomínio residencial, segundo os critérios da norma NBR 5626 (ABNT, 1998). A rede projetada, embora atenda aos requisitos de vazões e pressões mínimas nos pontos terminais de utilização, pode não ser a solução de menor custo. Por esta razão, no capítulo seguinte, esta rede é otimizada através da aplicação do Método Granados de Otimização.

#### **3.1 GENERALIDADES**

A metodologia desenvolvida neste trabalho busca otimizar as instalações prediais de distribuição de água fria de um condomínio residencial multifamiliar, através da implementação das seguintes ações:

1. Adoção de um sistema de alimentação de água com fluxo ascendente, a partir de um único reservatório de água que atende todas as unidades do condomínio. Esse reservatório, instalado no ponto de maior cota topográfica do terreno, é a origem da rede de distribuição de água do condomínio;
2. Lançamento da rede de distribuição de água do condomínio, procurando racionalizar o seu traçado, visando a economia de tubos e conexões e redução das perdas de carga;
3. Projeto da rede de distribuição de água utilizando no dimensionamento dos tubos os critérios da Norma NBR 5626. Após a determinação do diâmetro de todos os trechos da rede, é feita a verificação das pressões nos pontos terminais de utilização da mesma.
4. Aplicação do Método Granados de Otimização à rede projetada segundo os critérios da NBR 5626, encontrando entre todas as soluções possíveis, a solução ótima de menor custo, que atenda completamente aos requisitos de vazão e pressão mínima nos pontos

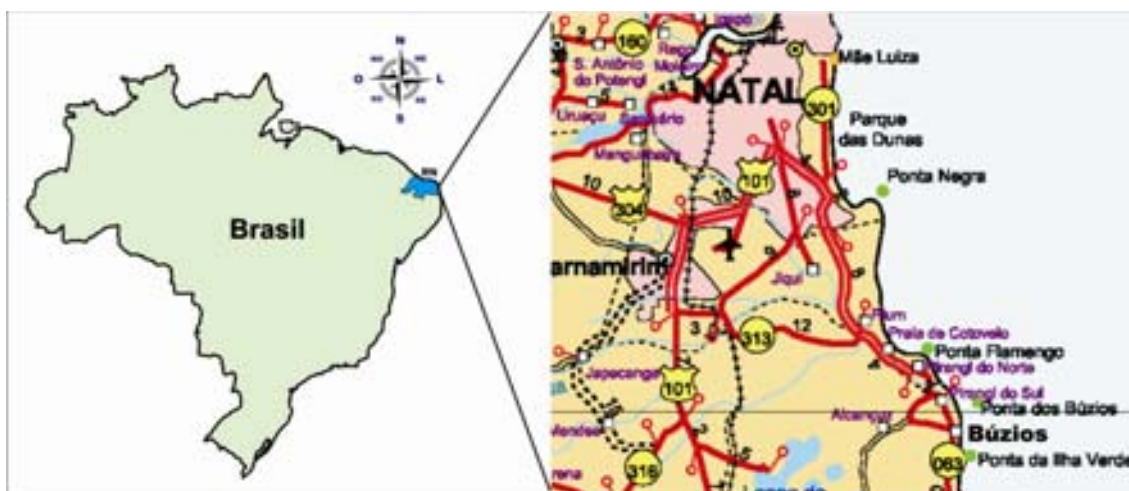


terminais da rede. Esta metodologia é uma importante ferramenta que visa facilitar o trabalho dos projetistas de instalações prediais;

5. Análise dos custos de materiais da rede de distribuição predial de água fria, a fim de que se possa fazer uma avaliar da sua redução percentual, após a otimização da mesma.

### 3.2 APRESENTAÇÃO DO CONDOMÍNIO EM ESTUDO

O sistema predial de distribuição de água fria submetido ao Método Granados de Otimização, objeto do presente estudo, pertence ao Condomínio Residencial Búzios Tropical. Ele está localizado no litoral leste do Estado do Rio Grande do Norte, na Praia de Búzios, município de Nísia Floresta, na Rua Coronel Paulo Salema, S/N. O acesso à Praia de Búzios é feito pela Rodovia Rota do Sol, a uma distância de aproximadamente 20 Km ao sul de Natal, a capital do estado.



MAPA 1 – Mapa de situação da Praia de Búzios, município de Nísia Floresta – RN.

O empreendimento pode ser assim descrito e apresentado conforme planta baixa de implantação geral apresentada no Apêndice:

1 – Área total do terreno: 7.362,57 m<sup>2</sup>;

Área total construída: 3.214,00 m<sup>2</sup>;



FOTOFRAFIA 1 – Fotografia aérea do Condomínio Residencial Búzios Tropical

2 – Quantidade e tipo dos apartamentos:

2.1 – Apartamentos tipo 01:

Número de blocos: 03 (três)

Número de apartamentos: 15 (quinze);

Área dos apartamentos: 12 apartamentos com 70 m<sup>2</sup>;

03 apartamentos cobertura com 140 m<sup>2</sup>;



FOTOGRAFIA 2 – Fotografia do Bloco de Apartamentos Tipo 01 do Condomínio Residencial Búzios Tropical

2.2 – Apartamentos tipo 02:

Número de blocos: 03 (três)

Número de apartamentos: 18 (dezoito);

Área dos apartamentos: 55 m<sup>2</sup>;



FOTOGRAFIA 3 – Fotografia do Bloco de Apartamentos Tipo 02 do Condomínio Residencial Búzios Tropical

2.3 – Bangalôs:

Número de bangalôs: 07 (sete);

Área dos bangalôs: 78 m<sup>2</sup>



FOTOGRAFIA 4 – Fotografia dos Bangalôs do Condomínio Residencial Búzios Tropical

### 3.3 PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO BÚZIOS TROPICAL

Segundo os critérios da NBR 5626 (1998), para o dimensionamento dos sub-ramais, ramais e colunas da rede de distribuição de água fria do condomínio, adota-se um método baseado na probabilidade de uso simultâneo de aparelhos e peças. Atribuem-se pesos às várias peças de utilização para definir suas demandas e as vazões de projeto que são utilizadas no dimensionamento das tubulações.

A partir do Projeto Arquitetônico do condomínio e utilizando-se das tabelas apresentadas a seguir, é feito o cálculo das vazões de projeto de cada coluna de água fria da rede. Os resultados são utilizados para a determinação dos diâmetros dos trechos da rede, obedecendo aos limites de velocidade estabelecidos pela norma NBR 5626.

#### 3.3.1 Cálculo das vazões de projeto

Nas Tabelas 2 a 10 são apresentadas as vazões de projeto e os pesos relativos das peças que compõem os sub-ramais de cada uma das colunas de água fria da rede de distribuição (AF 01, AF 02, AF 03 e AF 04) de cada tipo de apartamento (tipo 01 e tipo 02). Da mesma forma dos bangalôs, área de lazer e apoio da piscina e guarita. Ao final de cada tabela, é apresentado o somatório dos pesos e a vazão de projeto por coluna em litros por segundo (L/s).

1. TABELA 2 – Apartamento tipo 01 – Coluna de água fria AF 01

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
02 pias de cozinha	0,25	1,40
03 lavatórios	0,15	0,90
03 duchas	0,10	0,30
03 caixas descarga acopladas	0,15	0,90
03 chuveiros	0,20	1,20

<b>Somatório dos pesos</b>	-	4,70
<b>Vazão de projeto/coluna (L/s)</b>	0,65	-

## 2. TABELA 3 – Apartamento tipo 01 – Coluna de água fria AF 02

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
03 pias de cozinha	0,25	2,10
03 lavatórios	0,15	0,90
03 duchas	0,10	0,30
PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
03 caixas descarga acopladas	0,15	0,90
03 chuveiros	0,20	1,20
<b>Somatório dos pesos</b>	-	5,40
<b>Vazão de projeto/coluna (L/s)</b>	0,70	-

## 3. TABELA 4 – Apartamento tipo 01 – Coluna de água fria AF 03

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
01 banheira de hidromassagem	0,30	1,00
<b>Somatório dos pesos</b>	-	1,00
<b>Vazão de projeto/coluna (L/s)</b>	0,30	-

## 4. TABELA 5 – Apartamento tipo 02 – Colunas de água fria AF 01 e AF 04

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
03 lavatórios	0,15	0,90
03 duchas	0,10	0,30
03 caixas descarga acopladas	0,15	0,90
03 chuveiros	0,20	1,20
<b>Somatório dos pesos</b>	-	3,30
<b>Vazão de projeto/coluna (L/s)</b>	0,54	-

## 5. TABELA 6 – Apartamento tipo 02 – Colunas de água fria AF 02 e AF 03

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
03 pias de cozinha	0,25	2,10
<b>Somatório dos pesos</b>	-	2,10
PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO

Vazão de projeto/coluna (L/s) 0,43 -

#### 6. TABELA 7 – Bangalô – Banheiro

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
01 lavatório	0,15	0,30
01 ducha	0,10	0,10
01 caixa descarga acoplada	0,15	0,30
01 chuveiro	0,20	0,40
<b>Somatório dos pesos</b>	-	1,10
<b>Vazão de projeto/coluna (L/s)</b>	0,31	-

#### 7. TABELA 8 – Bangalô – Cozinha

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
01 pia de cozinha	0,25	0,70
<b>Somatório dos pesos</b>	-	0,70
<b>Vazão de projeto/coluna (L/s)</b>	0,25	-

#### 8. TABELA 9 – Área de lazer e apoio da piscina

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
04 pias de cozinha	0,25	2,80
03 lavatórios	0,15	0,90
02 duchas	0,10	0,20
02 caixas descarga acopladas	0,15	0,60
02 chuveiros	0,20	0,80
PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
01 mictório registro de pressão	0,15	0,30
<b>Somatório dos pesos</b>	-	5,60
<b>Vazão de projeto/coluna (L/s)</b>	0,71	-

#### 9. TABELA 10 – Guarita

PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO / PEÇA (L/s)	PESO RELATIVO
01 caixa descarga acoplada	0,15	0,30
01 ducha	0,10	0,10
01 lavatório	0,15	0,30
<b>Somatório dos pesos</b>	-	0,70

Vazão de projeto/coluna (L/s)

0,25

-

### 3.3.2 Trechos da rede de distribuição predial de água do Condomínio Búzios Tropical

Conhecidos os valores das vazões de projeto dos trechos da rede e utilizando-se do critério da máxima velocidade da água no interior dos tubos, é feita a determinação dos diâmetros dos mesmos.

Visando a preparação da rede para a aplicação do Método Granados de Otimização, é feita a numeração de todos os seus trechos segundo o referido método, que estabelece uma numeração em sentido inverso ao fluxo de água, ou seja, os trechos da rede são numerados do final para o início da mesma.

Desta forma, é feito o preenchimento do Quadro 2 abaixo, utilizando a numeração do trecho segundo Granados, o valor do seu diâmetro nominal e a indicação da localização do mesmo nos isométricos do projeto de instalações do condomínio ou na planta baixa de implantação geral do mesmo apresentados como apêndices ao presente trabalho.

Os trechos de tubulação a serem dimensionados são identificados também, por um ponto que corresponde ao início do trecho (montante) e por outro ponto correspondente ao final do trecho (jusante).

Por simplificação, os sub-ramais que possuem diâmetro nominal mínimo igual a 20mm não estão incluídos na tabela, pela característica de possuírem o menor diâmetro comercial existente. Portanto, visando reduzir o número de trechos da rede que já possuem diâmetros ótimos e racionalizar o processo de otimização, esses trechos não estão incluídos entre os 184 trechos abaixo relacionados.

TRECHO	IDENTIFICAÇÃO	DIÂMETRO (mm)	LOCALIZAÇÃO
<b>GUARITA</b>			
01	Ponto A – Ponto A2	32	Isométrico 01
<b>ÁREA DE LAZER E APOIO DA PISCINA</b>			
02	Ponto E – Pia (Pi)	25	Isométrico 02
03	Ponto E – Ducha (Du)	25	Isométrico 03
04	Ponto D – Ponto E	32	Isométrico 03
05	Ponto D – Ducha (Du)	25	Isométrico 03
06	Ponto C – Ponto D	40	Isométrico 03
07	Ponto C – Pia (Pi)	25	Isométrico 04
08	Ponto B – Ponto C	40	Isométrico 04

09	Ponto B – Ponto B1	32	Isométrico 05
10	Ponto A – Ponto B	40	Isométrico 05
<b>HIDROMASSAGEM</b>			
11	Ponto H – Ponto A	40	Implantação Geral
12	Pto. H – Banheira (Bh)	32	Isométrico 06
13	Ponto I – Ponto H	40	Implantação Geral
14	Pto. I – Banheira (Bh)	32	Isométrico 06
<b>TRECHO</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
15	Ponto J – Ponto I	40	Implantação Geral
16	Pto. J – Banheira (Bh)	32	Isométrico 06
17	Ponto K – Ponto J	50	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 03 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02</b>			
18	Ponto L3 – Ponto N3	40	Isométrico 08
19	Ponto L3 – Pia (Pi)	25	Isométrico 08
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 03 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02 (cont.)</b>			
20	Ponto O2 – Ponto L3	40	Isométrico 08
21	Ponto O2 – Ponto N2	25	Isométrico 10
22	Ponto L2 – Ponto O2	40	Isométrico 10
23	Ponto L2 – Pia (Pi)	25	Isométrico 10
24	Ponto O1 – Ponto L2	40	Isométrico 10
25	Ponto O1 – Ponto N1	25	Isométrico 12
26	Ponto L1 – Ponto O1	40	Isométrico 12
27	Ponto L1 – Pia (Pi)	25	Isométrico 12
28	Ponto P – Ponto L1	75	Isométrico 12
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 03 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 01</b>			
29	Ponto S2 – Ponto R3	40	Isométrico 07
30	Ponto S2 – Ponto R2	25	Isométrico 09
31	Ponto T2 – Ponto S2	40	Isométrico 09
32	Ponto T2 – Pia (Pi)	25	Isométrico 09
33	Ponto S1 – Ponto T2	40	Isométrico 09
34	Ponto S1 – Ponto R1	25	Isométrico 11
35	Ponto T1 – Ponto S1	40	Isométrico 11
36	Ponto T1 – Pia (Pi)	25	Isométrico 11
37	Ponto P – Ponto T1	40	Isométrico 11
38	Ponto U – Ponto P	60	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 02 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02</b>			
<b>TRECHO</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
39	Ponto L3 – Ponto N3	40	Isométrico 08
40	Ponto L3 – Pia (Pi)	25	Isométrico 08
41	Ponto O2 – Ponto L3	40	Isométrico 08
42	Ponto O2 – Ponto N2	25	Isométrico 10
43	Ponto L2 – Ponto O2	40	Isométrico 10
44	Ponto L2 – Pia (Pi)	25	Isométrico 10
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 02 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02 (cont.)</b>			
45	Ponto O1 – Ponto L2	40	Isométrico 10
46	Ponto O1 – Ponto N1	25	Isométrico 12
47	Ponto L1 – Ponto O1	40	Isométrico 12
48	Ponto L1 – Pia (Pi)	25	Isométrico 12
49	Ponto U – Ponto L1	40	Isométrico 12
50	Ponto V – Ponto U	60	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 02 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 01</b>			
51	Ponto S2 – Ponto R3	40	Isométrico 07
52	Ponto S2 – Ponto R2	25	Isométrico 09
53	Ponto T2 – Ponto S2	40	Isométrico 09
54	Ponto T2 – Pia (Pi)	25	Isométrico 09
55	Ponto S1 – Ponto T2	40	Isométrico 09
56	Ponto S1 – Ponto R1	25	Isométrico 11
57	Ponto T1 – Ponto S1	40	Isométrico 11



58	Ponto T1 – Pia (Pi)	25	Isométrico 11
59	Ponto V – Ponto T1	40	Isométrico 11
60	Ponto X – Ponto V	60	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 01 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02</b>			
61	Ponto L3 – Ponto N3	40	Isométrico 08
62	Ponto L3 – Pia (Pi)	25	Isométrico 08
63	Ponto O2 – Ponto L3	40	Isométrico 08
<b>TRECHO</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
64	Ponto O2 – Ponto N2	25	Isométrico 10
65	Ponto L2 – Ponto O2	40	Isométrico 10
66	Ponto L2 – Pia (Pi)	25	Isométrico 10
67	Ponto O1 – Ponto L2	40	Isométrico 10
68	Ponto O1 – Ponto N1	25	Isométrico 12
69	Ponto L1 – Ponto O1	40	Isométrico 12
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 01 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02 (cont.)</b>			
70	Ponto L1 – Pia (Pi)	25	Isométrico 12
71	Ponto X – Ponto L1	40	Isométrico 12
72	Ponto Y – Ponto X	60	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 01 BLOCO 01 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 01</b>			
73	Ponto S2 – Ponto R3	40	Isométrico 07
74	Ponto S2 – Ponto R2	25	Isométrico 09
75	Ponto T2 – Ponto S2	40	Isométrico 09
76	Ponto T2 – Pia (Pi)	25	Isométrico 09
77	Ponto S1 – Ponto T2	40	Isométrico 09
78	Ponto S1 – Ponto R1	25	Isométrico 11
79	Ponto T1 – Ponto S1	40	Isométrico 11
80	Ponto T1 – Pia (Pi)	25	Isométrico 11
81	Ponto Y – Ponto T1	40	Isométrico 11
82	Ponto K – Ponto Y	60	Implantação Geral
83	Ponto A' – Ponto K	75	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 03 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 04</b>			
84	Ponto E2' – Ponto D3'	32	Isométrico 14
85	Ponto E2' – Ponto D2'	25	Isométrico 16
86	Ponto E1' – Ponto E2'	32	Isométrico 16
87	Ponto E1' – Ponto D1'	25	Isométrico 22
88	Ponto B' – Ponto E1'	32	Isométrico 22
<b>TRECHO</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 03 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 03</b>			
89	Ponto F2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 18
90	Ponto F2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 20
91	Ponto F1' – Ponto F2'	32	Isométrico 20
92	Ponto F1' – Pia (Pi)	25	Isométrico 24
93	Ponto B' – Ponto F1'	32	Isométrico 24
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 03 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 03 (cont.)</b>			
94	Ponto A' – Ponto B'	40	Implantação Geral
95	Ponto G' – Ponto A'	75	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 03 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02</b>			
96	Ponto H2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 17
97	Ponto H2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 19
98	Ponto H1' – Ponto H2'	32	Isométrico 19
99	Ponto H1' – Pia (Pi)	25	Isométrico 23
100	Ponto I' – Ponto H1'	32	Isométrico 23
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 03 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 01</b>			
101	Ponto L2' – Ponto K3'	32	Isométrico 13
102	Ponto L2' – Ponto K2'	25	Isométrico 15
103	Ponto L1' – Ponto L2'	32	Isométrico 15
104	Ponto L1' – Ponto K1'	25	Isométrico 21
105	Ponto I' – Ponto L1'	32	Isométrico 21

106	Ponto G' – Ponto I'	40	Implantação Geral
107	Ponto N' – Ponto G'	75	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 02 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 04</b>			
108	Ponto E2' – Ponto D3'	32	Isométrico 14
109	Ponto E2' – Ponto D2'	25	Isométrico 16
110	Ponto E1' – Ponto E2'	32	Isométrico 16
111	Ponto E1' – Ponto D1'	25	Isométrico 22
<b>TRECHO</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
112	Ponto M' – Ponto E1'	32	Isométrico 22
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 02 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 03</b>			
113	Ponto F2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 18
114	Ponto F2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 20
115	Ponto F1' – Ponto F2'	32	Isométrico 20
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 02 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 03 (cont.)</b>			
116	Ponto F1' – Pia (Pi)	25	Isométrico 24
117	Ponto M' – Ponto F1'	32	Isométrico 24
118	Ponto N' – Ponto M'	40	Implantação Geral
119	Ponto P' – Ponto N'	110	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 02 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02</b>			
120	Ponto H2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 17
121	Ponto H2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 19
122	Ponto H1' – Ponto H2'	32	Isométrico 19
123	Ponto H1' – Pia (Pi)	25	Isométrico 23
124	Ponto O' – Ponto H1'	32	Isométrico 23
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 02 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 01</b>			
125	Ponto L2' – Ponto K3'	32	Isométrico 13
126	Ponto L2' – Ponto K2'	25	Isométrico 15
127	Ponto L1' – Ponto L2'	32	Isométrico 15
128	Ponto L1' – Ponto K1'	25	Isométrico 21
129	Ponto O' – Ponto L1'	32	Isométrico 21
130	Ponto P' – Ponto O'	40	Implantação Geral
131	Ponto Q' – Ponto P'	110	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 01 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 04</b>			
132	Ponto E2' – Ponto D3'	32	Isométrico 14
133	Ponto E2' – Ponto D2'	25	Isométrico 16
134	Ponto E1' – Ponto E2'	32	Isométrico 16
<b>TRECHO</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
135	Ponto E1' – Ponto D1'	25	Isométrico 22
136	Ponto R' – Ponto E1'	32	Isométrico 22
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 01 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 03</b>			
137	Ponto F2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 18
138	Ponto F2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 20
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 01 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 03 (cont.)</b>			
139	Ponto F1' – Ponto F2'	32	Isométrico 20
140	Ponto F1' – Pia (Pi)	25	Isométrico 24
141	Ponto R' – Ponto F1'	32	Isométrico 24
142	Ponto Q' – Ponto R'	40	Implantação Geral
143	Ponto T' – Ponto Q'	110	Implantação Geral
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 01 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 02</b>			
144	Ponto H2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 17
145	Ponto H2' – Pia (Pi)	25	Isométrico 19
146	Ponto H1' – Ponto H2'	32	Isométrico 19
147	Ponto H1' – Pia (Pi)	25	Isométrico 23
148	Ponto S' – Ponto H1'	32	Isométrico 23
<b>APARTAMENTO TIPO 02 BLOCO 01 COLUNA DE ÁGUA FRIA AF 01</b>			
149	Ponto L2' – Ponto K3'	32	Isométrico 13
150	Ponto L2' – Ponto K2'	25	Isométrico 15
151	Ponto L1' – Ponto L2'	32	Isométrico 15

152	Ponto L1' – Ponto K1'	25	Isométrico 21
153	Ponto S' – Ponto L1'	32	Isométrico 21
154	Ponto T' – Ponto S'	40	Implantação Geral
155	Ponto U' – Ponto T'	110	Implantação Geral
<b>BANGALÔ 07</b>			
156	Ponto Y7' – Ponto X7'	32	Isométrico 25
157	Ponto Z7' – Ponto Y7'	32	Implantação Geral
<b>TRECHO</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
158	Ponto Z7' – Pia (Pi)	32	Isométrico 26
159	Ponto Y6' – Ponto Z7'	40	Implantação Geral
<b>BANGALÔ 06</b>			
160	Ponto Y6' – Ponto X6'	32	Isométrico 25
161	Ponto Z6' – Ponto Y6'	40	Implantação Geral
<b>BANGALÔ 06 (cont.)</b>			
162	Ponto Z6' – Pia (Pi)	32	Isométrico 26
163	Ponto Y5' – Ponto Z6'	40	Implantação Geral
<b>BANGALÔ 05</b>			
164	Ponto Y5' – Ponto X5'	32	Isométrico 25
165	Ponto Z5' – Ponto Y5'	40	Implantação Geral
166	Ponto Z5' – Pia (Pi)	32	Isométrico 26
167	Ponto Y4' – Ponto Z5'	50	Implantação Geral
<b>BANGALÔ 04</b>			
168	Ponto Y4' – Ponto X4'	32	Isométrico 25
169	Ponto Z4' – Ponto Y4'	50	Implantação Geral
170	Ponto Z4' – Pia (Pi)	32	Isométrico 26
171	Ponto Y3' – Ponto Z4'	50	Implantação Geral
<b>BANGALÔ 03</b>			
172	Ponto Y3' – Ponto X3'	32	Isométrico 25
173	Ponto Z3' – Ponto Y3'	50	Implantação Geral
174	Ponto Z3' – Pia (Pi)	32	Isométrico 26
175	Ponto Y2' – Ponto Z3'	50	Implantação Geral
<b>BANGALÔ 02</b>			
176	Ponto Y2' – Ponto X2'	32	Isométrico 25
177	Ponto Z2' – Ponto Y2'	50	Implantação Geral
178	Ponto Z2' – Pia (Pi)	32	Isométrico 26
179	Ponto Y1' – Ponto Z2'	60	Implantação Geral
<b>TRECHO</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
<b>BANGALÔ 01</b>			
180	Ponto Y1' – Ponto X1'	32	Isométrico 25
181	Ponto Z1' – Ponto Y1'	60	Implantação Geral
182	Ponto Z1' – Pia (Pi)	32	Isométrico 26
183	Ponto U' – Ponto Z1'	60	Implantação Geral
<b>RESERVATÓRIO SUPERIOR</b>			
184	Reservatório-Ponto U'	110	Implantação Geral

QUADRO 2 – Trechos da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical

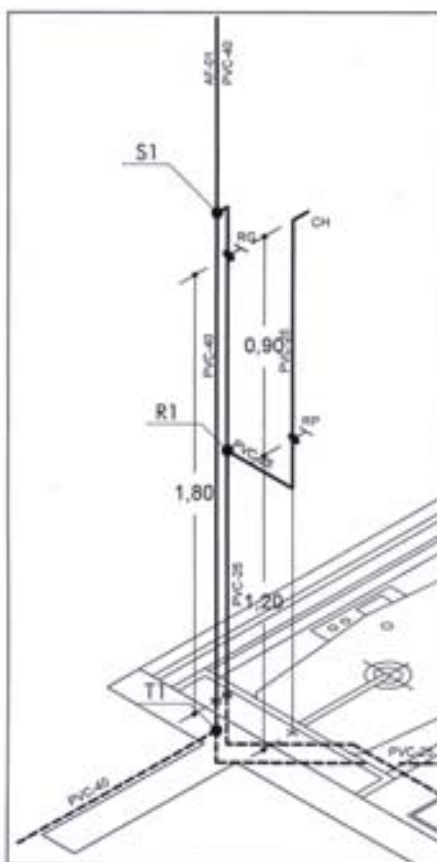
### 3.3.3 Verificação das pressões nos pontos terminais da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical

Seguindo a seqüência sugerida na norma NBR – 5626 (1998), é feito o dimensionamento das tubulações da rede de distribuição de água do condomínio,

através da elaboração da planilha, cujo modelo está apresentado no Capítulo 02 através do Quadro 1, e cujos valores finais relativos ao condomínio em estudo vêm mostrados em quadro no Apêndice C deste trabalho.

O referido quadro apresenta a folga de pressão para cada trecho da rede. Esta folga de pressão é calculada através da diferença entre a pressão de jusante e a pressão mínima requerida em cada trecho. Conforme apresentado no Capítulo 02, a pressão da água nos pontos de utilização não deve ser inferior a 10 KPa (1 m.c.a.), com exceção do ponto da caixa de descarga onde a pressão pode ser menor do que este valor, até um mínimo de 5 KPa (0,5 m.c.a.).

Para o cálculo da pressão mínima no ponto mais desfavorável da rede objeto do nosso estudo, é considerado o ponto de origem do sub-ramal do chuveiro. Conforme o isométrico apresentado no Desenho 5, a pressão mínima no ponto R1 é calculada a partir da condição que a pressão no chuveiro deve ser superior a 10 KPa (1m.c.a.).



DESENHO 5 – Isométrico do sub-ramal de alimentação do chuveiro.

Considerando:

1. Pressão mínima no chuveiro:  $P_{ch} = 1,00 \text{ m.c.a.}$
2. Desnível ponto R1 / chuveiro (CH):  $h = -1,10 \text{ m}$
3. Perda de carga unitária do trecho ponto R1 / chuveiro (CH) (Quadro 4):  
 $J = 0,0678 \text{ m/m}$
4. Comprimento total = comprimento real + comprimento equivalente  
 $L_{total} = 1,40 + 2,30 = 3,70 \text{ m}$
5. Perda de carga total:  $h_f = 0,0678 \times 3,70 = 0,25 \text{ m}$

A relação entre a pressão no chuveiro e a pressão no ponto R1 está representada a seguir:

$$P_{ch} = (P_{PONTOR1}) - 1,10 - 0,25$$

Logo:

$$P_{PONTOR1} = 2,35 \text{ m.c.a.}$$

Considerando que o valor de 2,35 m.c.a. é a menor pressão necessária ao bom funcionamento do chuveiro, adota-se como pressão mínima requerida para o ponto de origem do sub-ramal do chuveiro (Ponto R1) o valor de 2,50 m.c.a.

### **3.3.4 Custo dos tubos e conexões da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical**

Os tubos da rede de distribuição predial do Condomínio Búzios Tropical são fabricados em PVC, que é o cloreto de polivinila, um composto vinílico termoplástico, rígido, resistente a impactos, abrasão e a inúmeros produtos químicos. Os tubos fabricados com PVC por extrusão oferecem ainda as vantagens de possuírem baixo peso e reduzido coeficiente de perda de carga, serem flexíveis, atóxicos, incombustíveis e de fácil e rápida instalação.

É grande o número de fabricantes de tubos de PVC no Brasil, entre os quais destaca-se a Companhia Hansen Industrial S.A., fabricante dos tubos e conexões TIGRE, produtos pelos quais foi feita a opção de utilização neste trabalho.

Com a finalidade de atender às necessidades do projeto de instalações prediais de água fria do Condomínio Búzios Tropical, são utilizados tubos de PVC de duas linhas de produtos Tigre:

1. Linha Soldável:

Diâmetros (bitolas) disponíveis: 20, 25, 32, 40, 50, 60, 75, 85, 110 milímetros;

Pressão máxima de serviço: 7,50 Kgf/cm<sup>2</sup> (75 m.c.a.) à temperatura de 20°C;

Cor: marrom;

Aplicações: instalações prediais em geral, indicadas para instalações permanentes e embutidas;

Norma de Referência: NBR 5648 – Sistemas prediais de água fria. Tubos e conexões de PVC 6, 3, PN 750 KPa com junta soldável – Requisitos NBR 5626 – Instalação Predial de Água Fria.

2. Linha PBS – Ponta Bolsa Solda

Diâmetros (bitolas) disponíveis: 60, 75, 85, 110, 160, 200 milímetros,

Pressão máxima de serviço: classes de pressão 12, 15 e 20, para pressões de serviço de 6,00 Kgf/cm<sup>2</sup> (60 m.c.a.), 7,50 Kgf/cm<sup>2</sup> (75 m.c.a.) e 10 Kgf/cm<sup>2</sup> (100 m.c.a.), respectivamente;

Cor: marrom;

Aplicações: indústrias, piscinas, obras verticais de grande porte.

No projeto do Condomínio Búzios Tropical são utilizados tubos da linha Tigre PBS Classe 15, nos trechos com diâmetros de valores 160 e 200 milímetros

Através da pesquisa de preços realizada no mês de agosto de 2006, em estabelecimento comercial na cidade de Natal, estado do Rio Grande do Norte, pode-se preencher a Tabela 11 abaixo, com os custos unitários em moeda Real (R\$) dos tubos e conexões utilizados no projeto de instalações do condomínio:

TABELA 11 – Custos unitários (R\$) de tubos e conexões de PVC – Marca Tigre – Linha Soldável diâmetros 20 – 110 mm e Linha PBS diâmetros 160 – 200 mm

DIÂMETRO (mm)	TUBO (R\$/m)	JOELHO 90° (R\$/unidade)	JOELHO 45° (R\$/unidade)	TÊ RETO (R\$/unidade)	REGISTRO GAVETA (R\$/unidade)
20	1,33	0,34	0,43	0,58	16,50
25	1,73	0,48	0,80	0,72	18,13
32	4,08	1,12	2,03	1,95	19,69
40	5,63	2,69	3,02	4,92	26,26
50	5,82	3,16	3,88	4,93	31,82
60	11,61	13,91	13,50	17,15	57,32

75	16,52	44,07	32,50	30,45	145,38
85	20,35	49,69	36,86	42,94	259,40
110	31,33	115,58	105,69	86,78	417,75
<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>TUBO (R\$/m)</b>	<b>JOELHO 90° (R\$/unidade)</b>	<b>JOELHO 45° (R\$/unidade)</b>	<b>TÊ RETO (R\$/unidade)</b>	<b>REGISTRO GAVETA (R\$/unidade)</b>
160	45,33	181,10	125,36	161,15	1.050,00
200	55,32	160,31	136,25	184,39	1.650,00

Utilizando os dados acima e as informações contidas na tabela de verificação das pressões da rede de distribuição de água fria do condomínio, é calculado o custo total de materiais desta rede.

O custo total da rede de distribuição de água fria do condomínio pode ser detalhado da seguinte forma:

1. Custo dos tubos (trechos retos da rede): R\$ 6.842,42
2. Custo das conexões: R\$ 4.057,08
3. Custo total da rede: R\$ 10.899,50 (dez mil, oitocentos e noventa e nove reais e cinquenta centavos).

Esse valor servirá de base para a análise da redução do custo total da rede após a aplicação do Método Granados de Otimização.

## **4 APLICAÇÃO DO MÉTODO GRANADOS DE OTIMIZAÇÃO**

No presente capítulo, é feita a aplicação do Método Granados de Otimização à rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical. A referida rede, dimensionada segundo a norma NBR 5626 (ABNT, 1998) no capítulo anterior, é submetida ao processo de otimização com o objetivo de se obter a rede de custo mínimo.

O algoritmo é representado através dos principais fluxogramas e o programa que utiliza a linguagem de programação C, é aplicado a uma rede previamente otimizada por Granados para sua verificação e validação, sendo em seguida, aplicado à rede objeto do nosso estudo.

### **4.1 PROGRAMA PARA OTIMIZAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA PELO MÉTODO GRANADOS**

O Método Granados de Otimização, inicialmente desenvolvido para uma rede de distribuição de água para irrigação, é aplicado no presente trabalho, à rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical. Em ambos os casos, as redes são ramificadas, o que representou uma facilidade na aplicação do método ao sistema de distribuição do condomínio.

A aplicação do Método Granados à rede de distribuição predial de água fria do condomínio, foi baseada no algoritmo e programa de dimensionamento ótimo para redes urbanas de distribuição de água (ramificadas) desenvolvido por Figueiredo Junior (2001).

As principais diferenças a serem consideradas na aplicação do Método Granados à rede de distribuição predial de água fria são as seguintes:

1. Na rede predial, os diâmetros comerciais disponíveis possuem valores que variam, de maneira não uniforme, entre 20 e 200 milímetros;
2. A perda de carga unitária não pode ser calculada pela Fórmula de Hazen - Williams, e sim, pela expressão de Fair–Whipple–Hsiao;



3. O limite de velocidade da água no interior da tubulação é único, estabelecido por norma, independente do valor do seu diâmetro. Neste estudo, adota-se a velocidade máxima de 2,50 metros por segundo;
4. As conexões presentes na rede produzem as perdas de carga localizadas ou singulares. Essas perdas possuem influência considerável no cálculo da perda total, somando-se a perda por atrito nos trechos retos de tubulação.

Conforme está apresentado no Capítulo 2 deste trabalho, o processo de otimização de uma rede de distribuição de água através do Método Granados, compreende duas etapas: a obtenção da solução prévia e a redução da cota piezométrica de cabeceira. A seguir, são apresentados os detalhes de cada uma destas etapas.

#### 4.1.1 Obtenção da Solução Prévia

Para obtenção da Solução Prévia precisamos dispor, como dados de entrada, dos trechos da rede  $TT[i]$ , devidamente numerados segundo Granados e com os respectivos trechos anteriores  $TA[i]$ ; da vazão em cada trecho  $QF[i]$ ; o diâmetro  $D[i]$ ; o comprimento  $L[i]$  e a folga de pressão  $FP[i]$ . Todos estes dados estão disponíveis no Quadro 4, apresentada como Apêndice do presente trabalho.

O cálculo da velocidade  $V[i]$  no trecho  $TT[i]$  é feito pela Equação 4.1:

$$V[i] = \frac{4 \times QF[i]}{\pi \times (D[i])^2} \quad (4.1)$$

Seja  $V[i]$  a velocidade no trecho  $TT[i]$ , definimos  $V_0[i]$  como a velocidade no mesmo trecho, ao substituir o diâmetro do trecho  $D[i]$  pelo diâmetro comercial imediatamente inferior  $D_0[i]$ .

Sempre levando em consideração que a velocidade em todos os trechos da rede deverá ser inferior a 2,50 metros por segundo, a Solução Prévia é a rede cujos trechos possuem os menores diâmetros possíveis e as velocidades mais próximas possíveis deste limite.

Definidos os valores dos diâmetros dos trechos da Solução Prévia, utilizando ainda, os dados do Quadro 4, se calcula, para cada trecho com diâmetro mínimo  $D[i]$  e velocidade  $V[i]$ , a perda de carga  $hf[i]$  produzida pelo fluxo a esta velocidade. Da mesma forma, definidos os valores de  $D_2[i]$ , diâmetro comercial imediatamente superior a  $D[i]$ , são calculadas a velocidade  $V_2[i]$ , a perda de carga produzida por esta velocidade  $hf_2[i]$  e a perda de carga que se recupera ao se substituir o diâmetro  $D[i]$  por  $D_2[i]$ :

$$hf_{disp}[i] = hf[i] - hf_2[i] \quad (2.5)$$

Onde:

$$hf[i] = J[i] \times L[i] \quad (2.6)$$

Para conferir maior versatilidade ao programa, a Equação 4.2 que calcula a perda de carga unitária, utiliza as variáveis  $eq1$ ,  $eq2$ ,  $eq3$  e  $eq4$  de modo a torná-la aplicável às redes urbanas (Fórmula de Hazen-Williams) e às redes prediais (Expressão de Fair-Whipple-Hsiao). A razão para tal providência, é que a validação do programa é feita através da sua aplicação a uma rede de distribuição de água para irrigação, com diâmetros superiores a 100mm, sendo necessária a utilização da Fórmula de Hazen-Williams no cálculo da perda de carga.

$$J[i] = \frac{eq1 \times 10^{eq2} \times (QF[i])^{eq3}}{C^{1,85} \times (D[i])^{eq4}} \quad (4.2)$$

Os valores das variáveis são definidos em função da fórmula a ser utilizada e estão apresentados a seguir na Tabela 12:

TABELA 12 – Variáveis utilizadas no cálculo da perda de carga unitária

VARIÁVEL	FAIR-WHIPPLE-HSIAO	HAZEN-WILLIAMS
C	1,00	140,00
$eq1$	869.500,00	1,21
$eq2$	0,00	10,00
$eq3$	1,75	1,85

eq4

4,75

4,87

O custo unitário da tubulação adotada em cada trecho  $PRC[i]$ , obtido na Tabela 11, será utilizado para calcular o Gradiente de Câmbio  $CÂMBIO[i]$  de cada trecho.

Assim, para um trecho de comprimento  $L[i]$  cujo diâmetro inicial é  $D[i]$  (com um custo unitário  $PRC[i]$ ), o Gradiente de Câmbio que expressa o acréscimo de custo relacionado com a diminuição da perda de carga, produzido pela substituição de  $D[i]$  pelo primeiro diâmetro comercial superior ao mesmo  $D_2[i]$  (com custo unitário  $PRC_2[i]$ ) é obtido pela Equação 2.8:

$$CÂMBIO[i] = \frac{(PRC_2[i] \times L[i] - PRC[i] \times L[i])}{hf[i] - hf_2[i]} \quad (2.8)$$

O custo total da solução prévia ( $CUSTO_i$ ) é igual a soma de todos os valores ( $PRC[i] \times L[i]$ ) dos trechos que a compõem.

Para o cálculo da cota piezométrica de cabeceira da solução prévia  $CCAB_i$ , se supõe uma cota piezométrica de cabeceira fictícia igual a zero. Utilizando as equações 2.5, 2.6, 4.1 e 4.2, bem como o modelo de planilha apresentado no Quadro 1, são calculadas as pressões de jusante de cada trecho da rede (cotas piezométricas dos pontos terminais), todas fictícias e negativas. A partir dessas, são calculadas as folgas de pressão de cada trecho, também fictícias e negativas.

O valor da menor de todas as folgas de pressão fictícias  $FP$ , com o sinal mudado será a cota de cabeceira da solução prévia,  $CCAB_i$ .

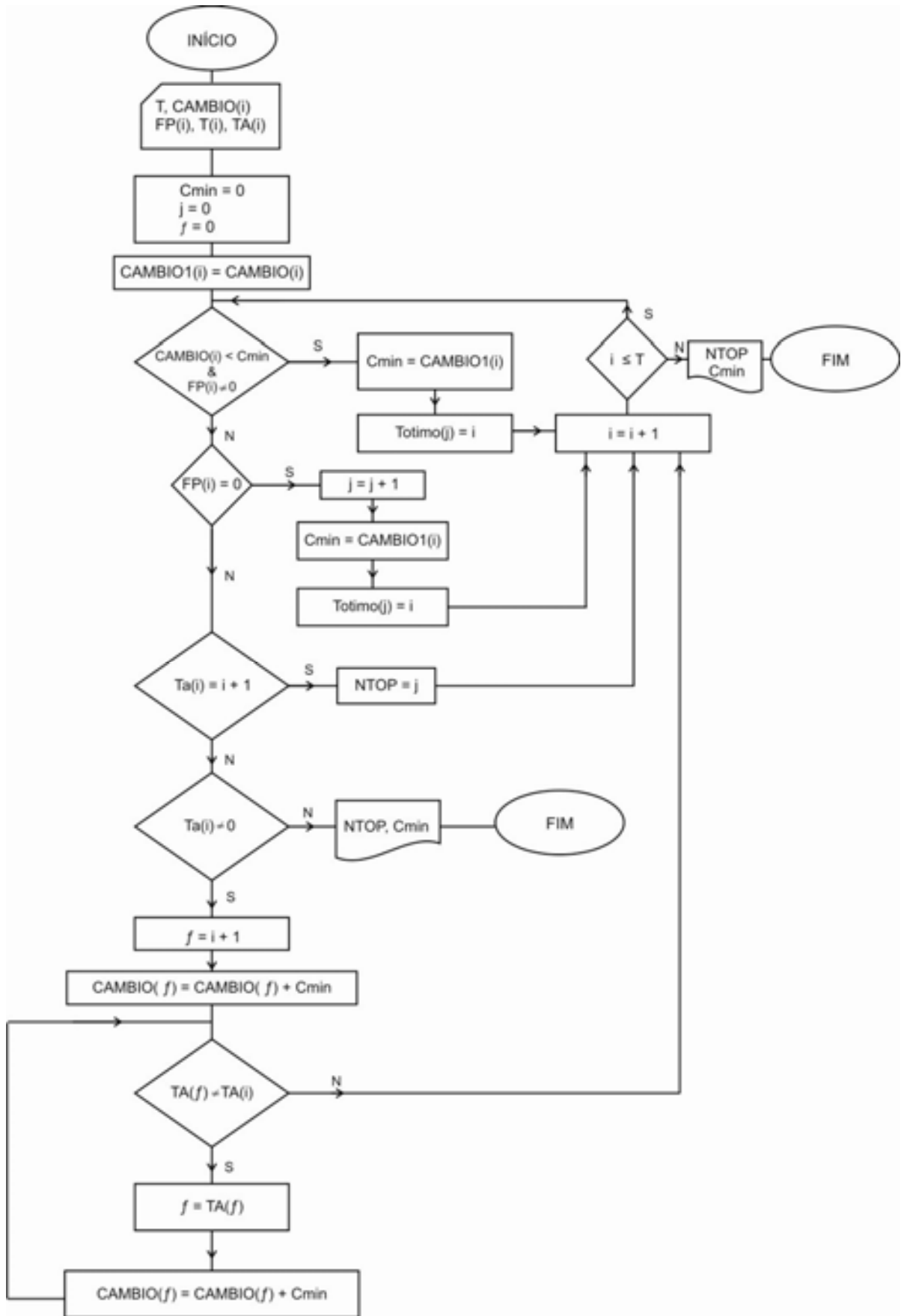
No quadro do Apêndice D, são apresentadas as pressões nos trechos da Solução Prévia para a rede predial de distribuição de água fria do Condomínio Búzios Tropical. Nele está representada a cota piezométrica de cabeceira  $CCAB_i$ , as folgas de pressão em cada trecho  $FP$  e o custo da rede para a Solução Prévia  $CUSTO_i$ .

#### 4.1.2 Redução da cota piezométrica de cabeceira

A partir da Solução Prévia, que se constitui na rede de menor custo, a metodologia de Granados inicia o processo de iterações sucessivas, com o objetivo de promover o rebaixamento da cota piezométrica de cabeceira fictícia  $CCAB_i$ , através da substituição gradativa da tubulação de trechos da rede por outra de diâmetro imediatamente superior.

O critério de escolha do trecho no qual será feita, em cada iteração, a troca do diâmetro é o critério do menor Gradiente de Câmbio, ou seja o câmbio ótimo ( $C_{min}$ ). O trecho que possui este gradiente é denominado trecho ótimo (*Tótimo*).

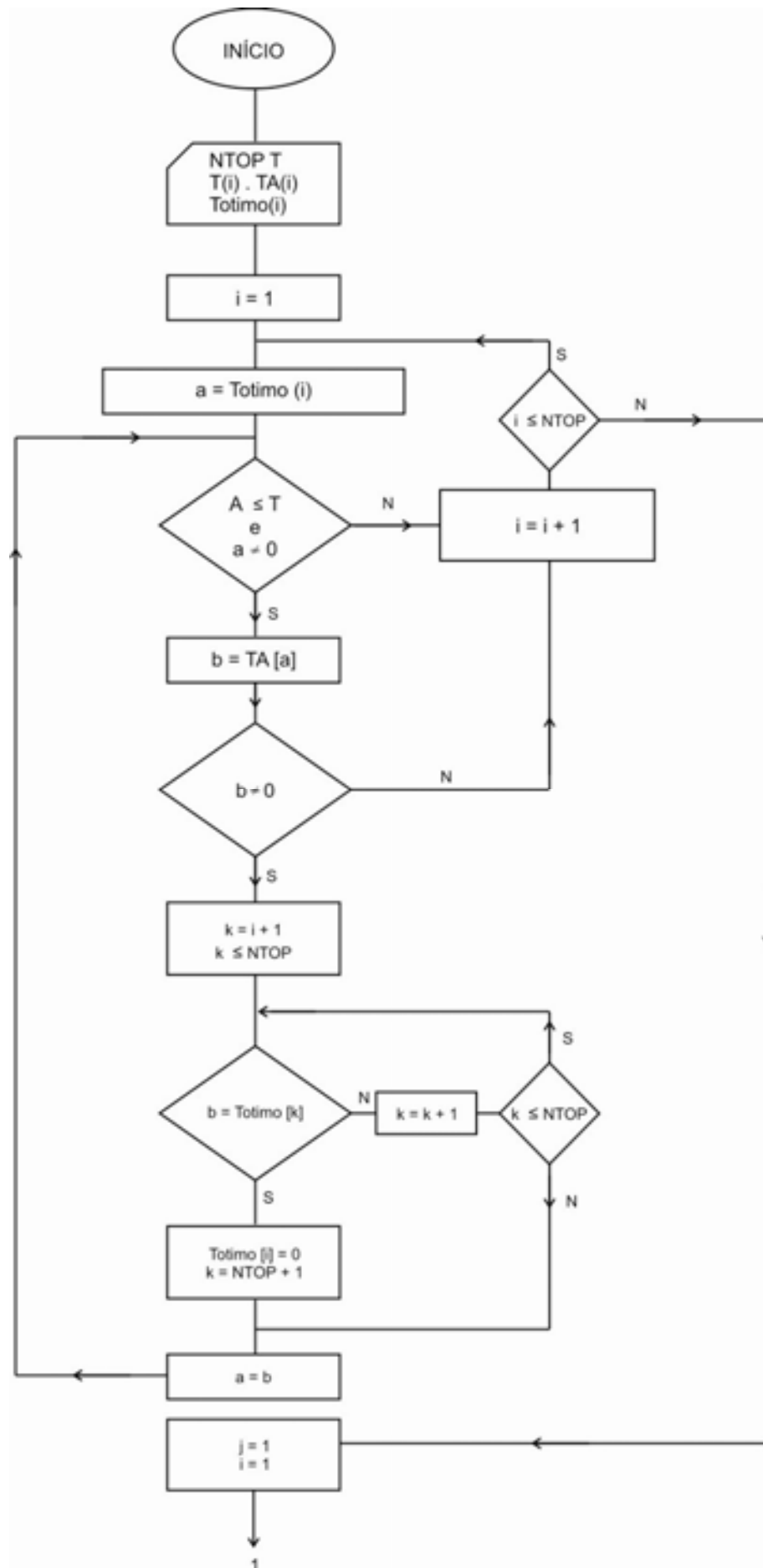
O Fluxograma 1 é utilizado para a determinação do câmbio ótimo ( $C_{min}$ ) e do(s) trecho(s) ótimo(s) (*Tótimo*).

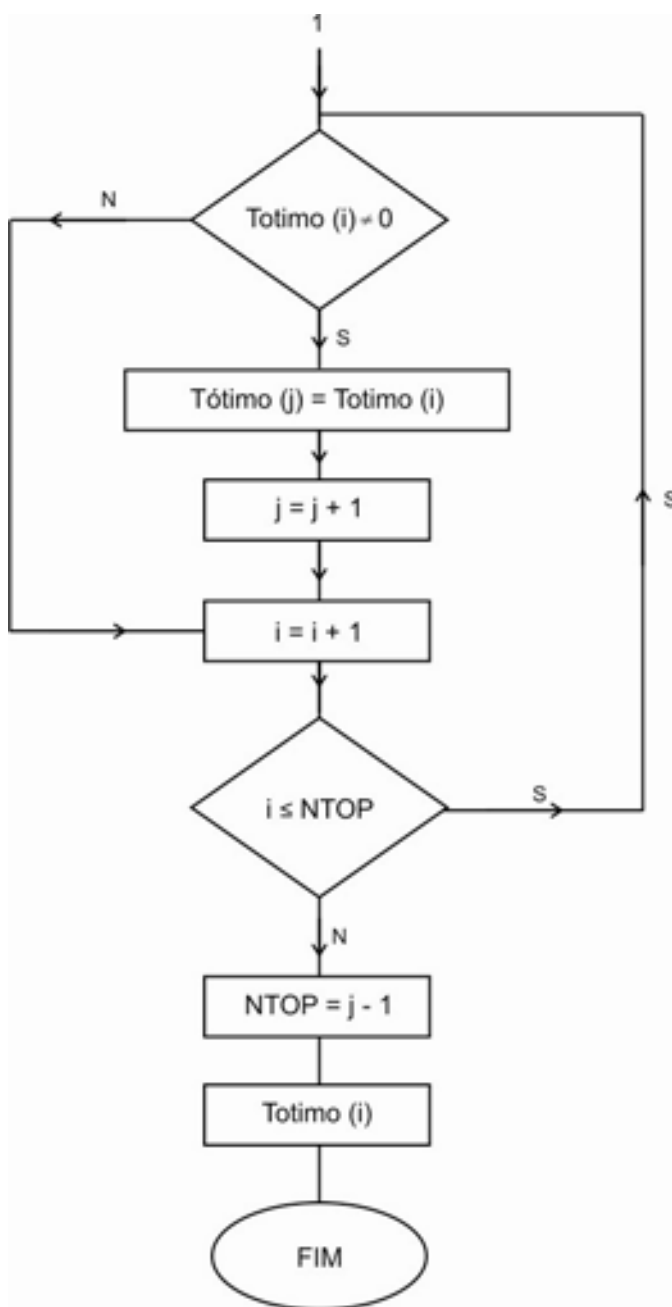


FLUXOGRAMA 1 – Fluxograma para determinação do câmbio ótimo  $C_{min}$  e do número de trechos ótimos NTOP

Ocorrendo a existência de mais de um trecho ótimo em determinada iteração e estando os referidos trechos em série, é necessário fazer a escolha do trecho ótimo como aquele que, entre todos os trechos ótimos, estiver mais próximo do reservatório, origem da rede. O Fluxograma 2 faz a seleção dos trechos ótimos.

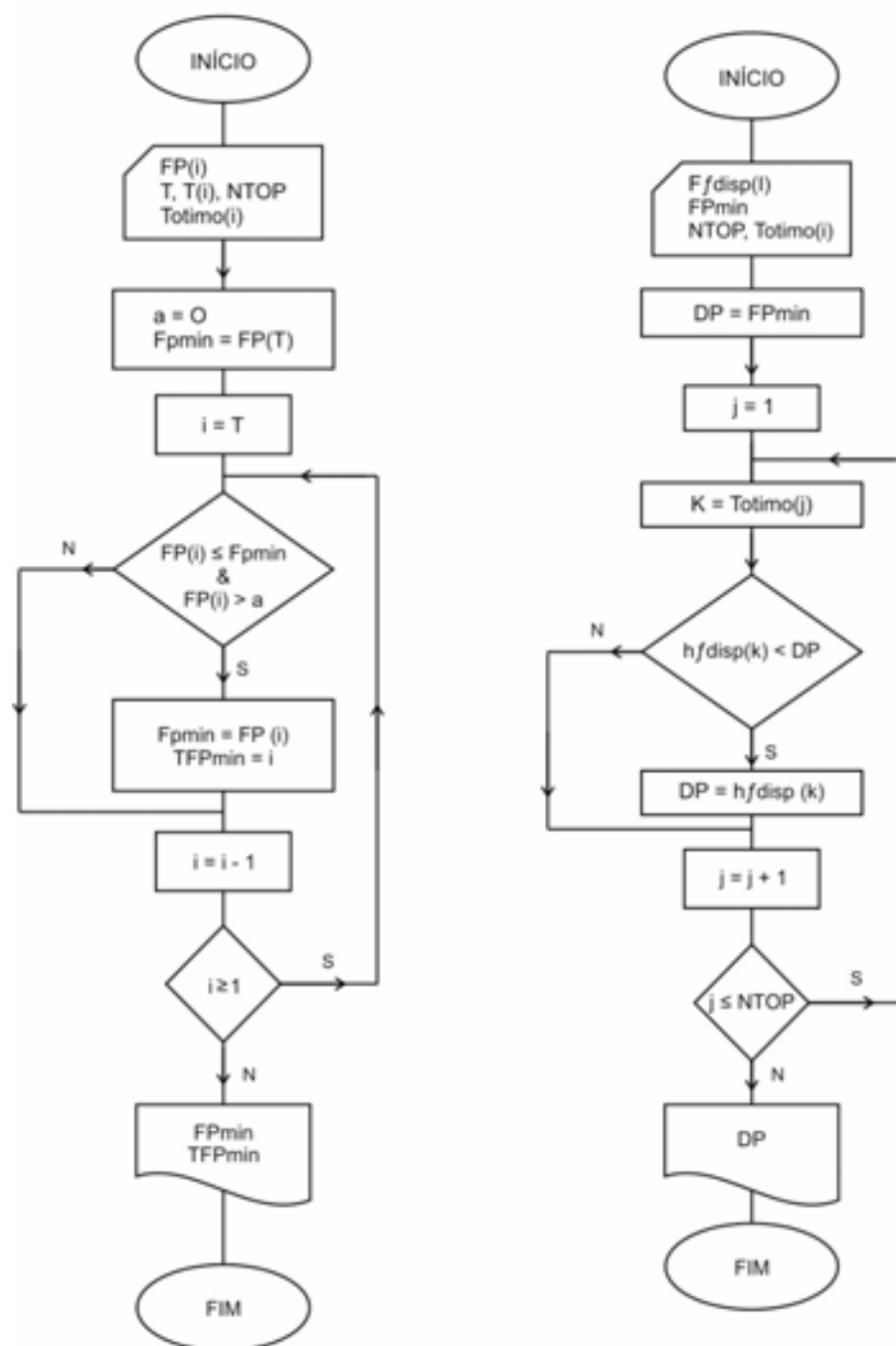
O Fluxograma 3 é utilizado para determinação da folga de pressão mínima  $FP_{min}$ , do trecho com folga de pressão mínima  $TFP_{min}$  e do decréscimo de pressão  $DP$ .





FLUXOGRAMA 2 – Fluxograma para seleção dos trechos ótimos *Tótimo*



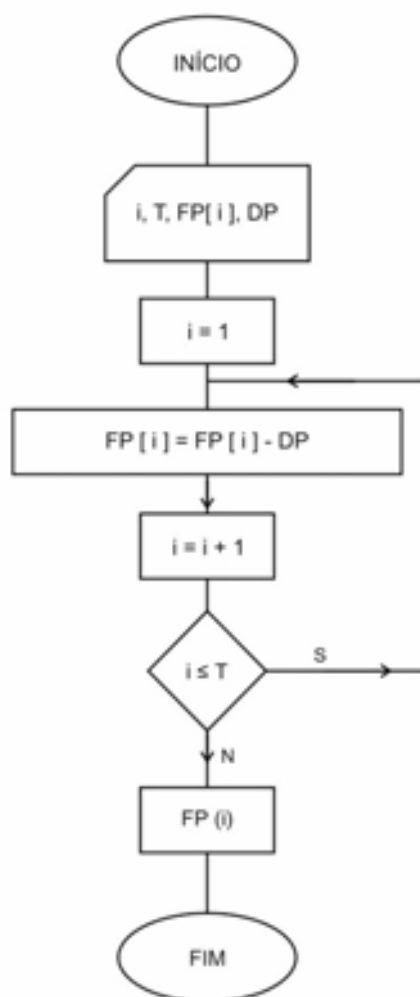


FLUXOGRAMA 3 – Fluxogramas para determinação da folga de pressão mínima  $FP_{min}$ , do trecho com folga de pressão mínima  $TFP_{min}$  e do decréscimo de pressão  $DP$

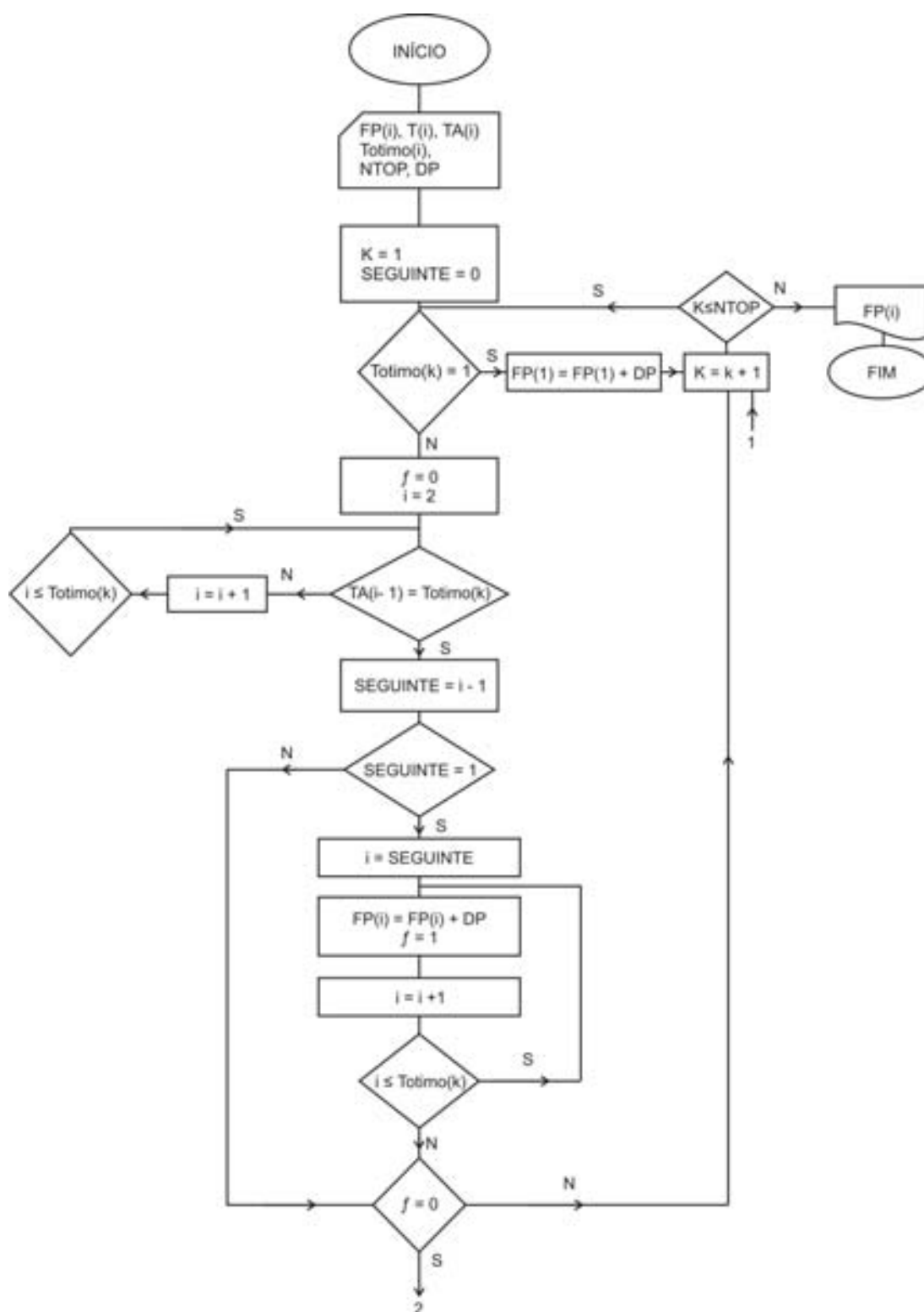
Em cada iteração, após a substituição do diâmetro do trecho ótimo, é feito o decréscimo de pressão  $DP$  no valor da folga de pressão de todos os trechos da rede, exceto no(s) trecho(s) ótimo(s) e em todos os trechos que estiverem localizados a jusante do(s) mesmo(s). Neste trabalho, é feito o decréscimo de pressão  $DP$  em todos os trechos da rede, para em seguida, se fazer a correção das

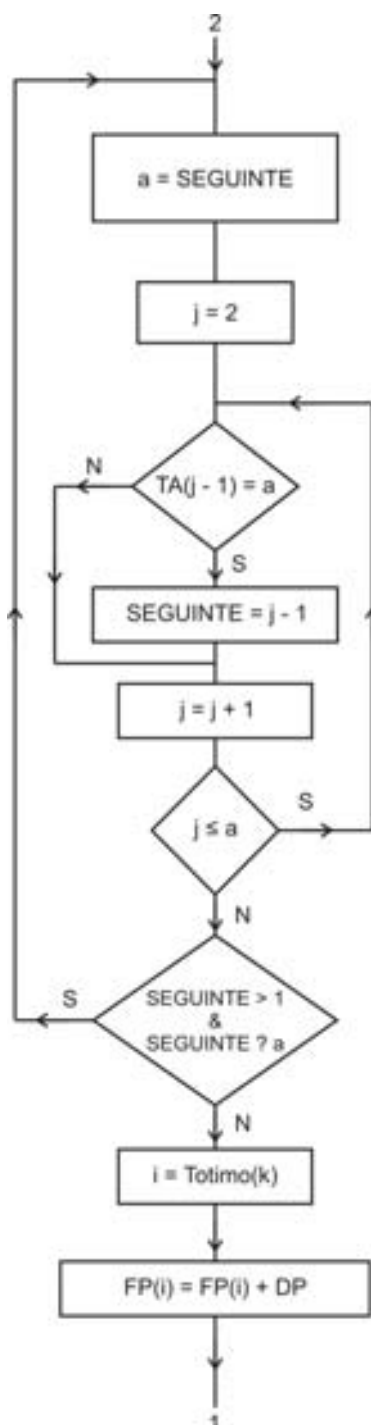
folgas de pressão  $FP$ , somando-se o decréscimo de pressão  $DP$  à folga de pressão do trecho ótimo e dos trechos situados a jusante do mesmo.

Os Fluxogramas 4 e 5 apresentam os cálculos da folga de pressão nos trechos da rede após a substituição do diâmetro do trecho ótimo.



FLUXOGRAMA 4 – Fluxograma para o decréscimo de pressão  $DP$  em todos os trechos da rede após a substituição do diâmetro do trecho ótimo





FLUXOGRAMA 5 – Fluxograma para correção das folgas de pressão  $FP$  no trecho ótimo e nos trechos localizados a jusante do mesmo

Da mesma forma, a cota piezométrica de cabeceira é reduzida do valor do decréscimo de pressão, decorrente do ganho em perda de carga ocorrido pela substituição do diâmetro do(s) trecho(s) ótimo(s). Este ganho ocorre pela redução da perda de carga tanto no trecho reto de tubulação, como nas conexões existentes.

Através do gráfico apresentado, é calculada uma relação entre a perda de carga nos trechos retilíneos de tubulação e as perdas localizadas ou singulares. São utilizados os dados obtidos no quadro do Apêndice C da rede dimensionada segundo a Norma NBR 5626 e no quadro do Apêndice D referente à Solução Prévia.

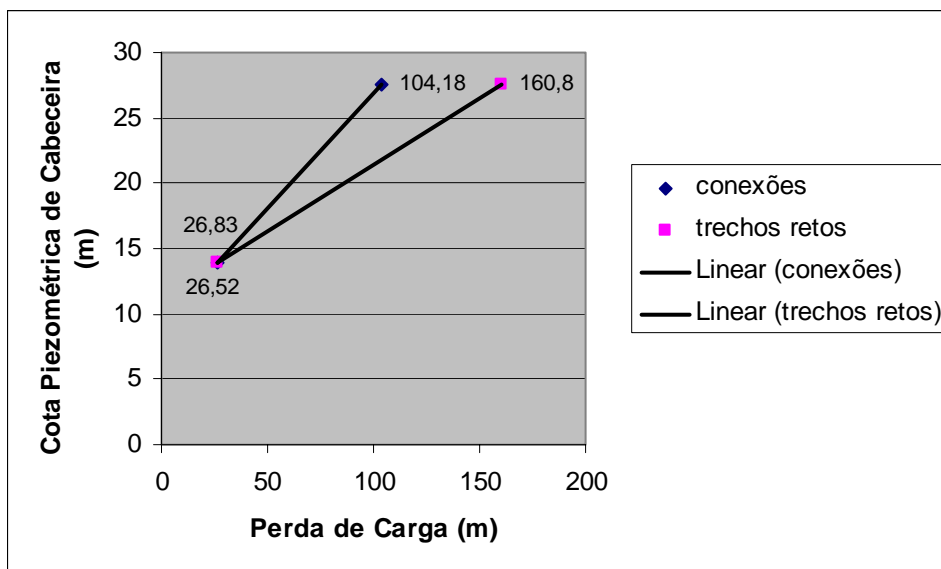


GRÁFICO 1 – Relação entre as perdas de carga nos trechos retos e conexões em função das cotas piezométricas de cabeceira

Por semelhança de triângulos, pode ser elaborada uma relação entre as perdas de carga, expressa a seguir pela Equação 4.3:

$$hf_{TOTAL} = 1,57 \times hf_{RETO} + 11,53 \quad (4.3)$$

Onde:

$hf_{TOTAL}$  – perda de carga total, representada pela perda nos trechos retos de tubulação somada à perda localizada;

$hf_{RETO}$  – perda de carga nos trechos retos de tubulação.

O decréscimo de pressão  $DP$ , obtido pelo ganho de perda de carga em decorrência da substituição de diâmetro do trecho ótimo, também sofre influência das perdas localizadas. A partir da Equação 4.3, pode-se estabelecer uma relação entre o decréscimo de pressão total e aquele devido somente aos ganhos de perda de carga nos trechos retos. Esta relação é expressa pela Equação 4.4.

$$DP_{TOTAL} = 1,57 \times DP_{RETO} \quad (4.4)$$

Onde:

$DP_{TOTAL}$  – decréscimo de pressão da perda de carga total;

$DP_{RETO}$  – decréscimo de pressão da perda de carga nos trechos retos de tubulação

Esta relação é utilizada para o cálculo da nova cota piezométrica de cabeceira, realizado a cada iteração, através da Equação 4.5.

$$CCAB = CCABi - (1,57 \times DP) \quad (4.5)$$

Onde:

$CCAB$  – cota piezométrica de cabeceira;

$CCABi$  – cota piezométrica de cabeceira inicial;

$DP$  – decréscimo de pressão da perda de carga nos trechos retos de tubulação.

O custo da rede de distribuição de água recebe um incremento, a cada iteração, em função da substituição do diâmetro do trecho ótimo pelo diâmetro comercial imediatamente superior e, portanto, de custo superior. A Equação 4.6 calcula o custo da rede a cada iteração.

$$CUSTO = CUSTOi + DP \times C \text{ min} \quad (4.6)$$

Onde:

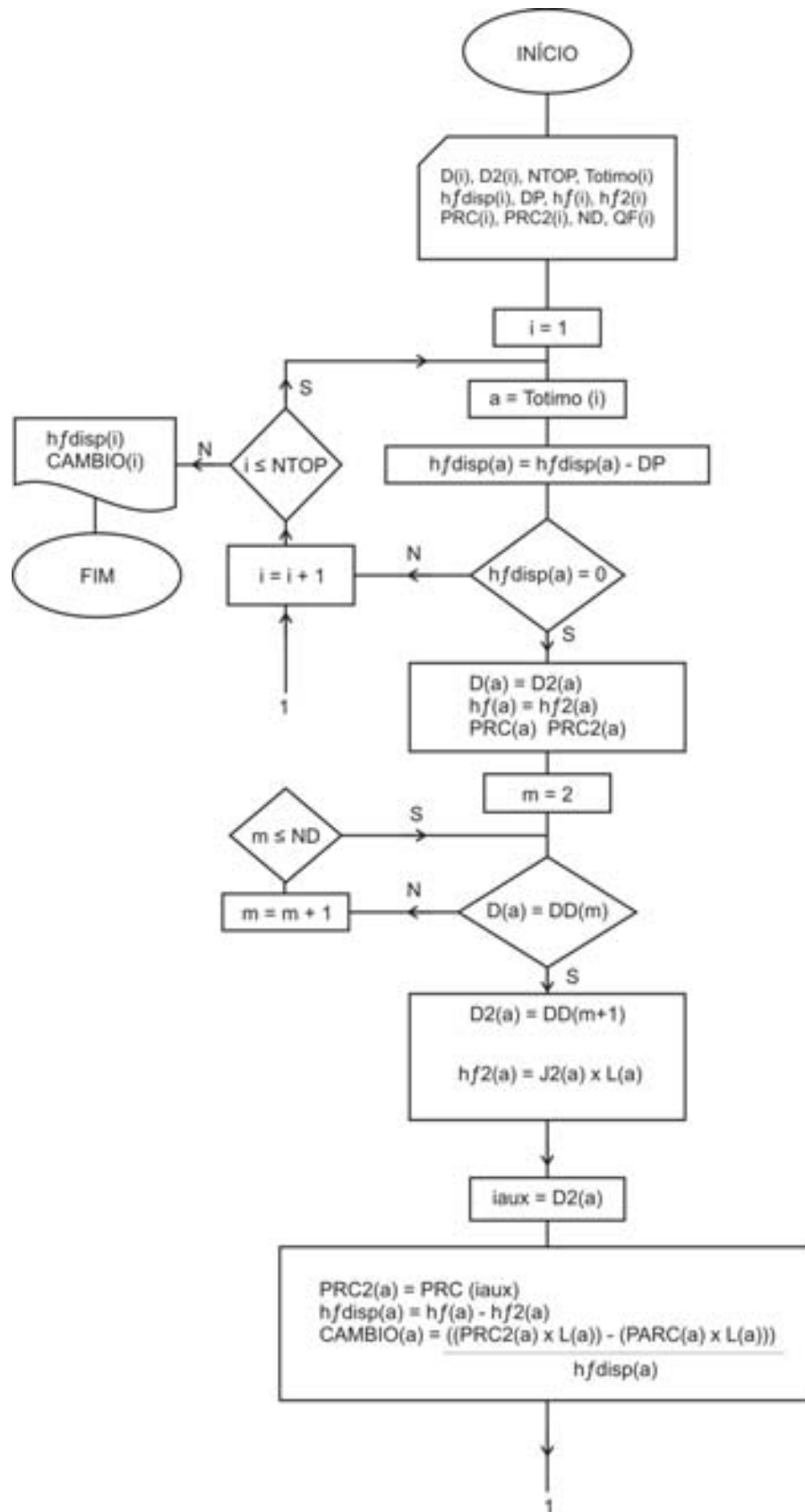
$CUSTOi$  – custo total da solução prévia;

$DP$  – decréscimo de pressão;

$C \text{ min}$  – câmbio ótimo.

Após a substituição do diâmetro do trecho ótimo ter sido realizada na totalidade do seu comprimento, são calculados para o novo diâmetro deste trecho a perda de carga  $hf[i]$  e o gradiente de câmbio  $CÂMBIO[i]$ . O Fluxograma 6 realiza o cálculo da nova perda de carga disponível e do novo gradiente de câmbio.





FLUXOGRAMA 6 - Fluxograma para o cálculo da perda de carga disponível  $hfdisp[i]$  e do gradiente de câmbio  $CÂMBIO[i]$  após substituição do diâmetro do trecho ótimo



### **4.1.3 Programa para otimização da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical utilizando o Método Granados**

No programa para otimização da rede de distribuição predial de água do Condomínio Búzios Tropical é utilizada a linguagem de programação C.

O C é uma linguagem de alto nível (voltada para o ser humano) e genérica, que em geral, utiliza uma sintaxe estruturada e flexível tornando seu código mais legível e sua programação bastante simplificada.

O C compartilha recursos tanto de alto como de baixo nível, pois permite acesso e programação direta do micro processador. Com isso, rotinas cuja dependência de tempo é crítica, podem ser facilmente implementadas. Por esta razão, o C é a linguagem preferida dos programadores de aplicativos.

Os programas em C são compilados. O compilador faz a tradução de todas as instruções do programa fonte gerando um programa executável. No programa para otimização da rede de distribuição de água, objeto do presente trabalho, o compilador utilizado é o Dev – C++.

No Apêndice F é feita a apresentação do código fonte do programa para otimização da rede de distribuição predial de água fria utilizando o Método Granados e dos arquivos de entrada e saída de dados do mesmo.

O arquivo de entrada de dados para o programa utiliza as informações dos trechos da rede para a Solução Prévia contidas no quadro do Apêndice D, o custo unitário de cada diâmetro da tubulação apresentado na Tabela 11 e as variáveis para o cálculo da perda de carga unitária em cada trecho apresentadas na Tabela 12.

O arquivo de saída apresenta para cada trecho da rede otimizada, o diâmetro otimizado, a folga de pressão, o gradiente de câmbio, a perda de carga disponível e o comprimento do trecho a ser trocado pelo diâmetro imediatamente superior.

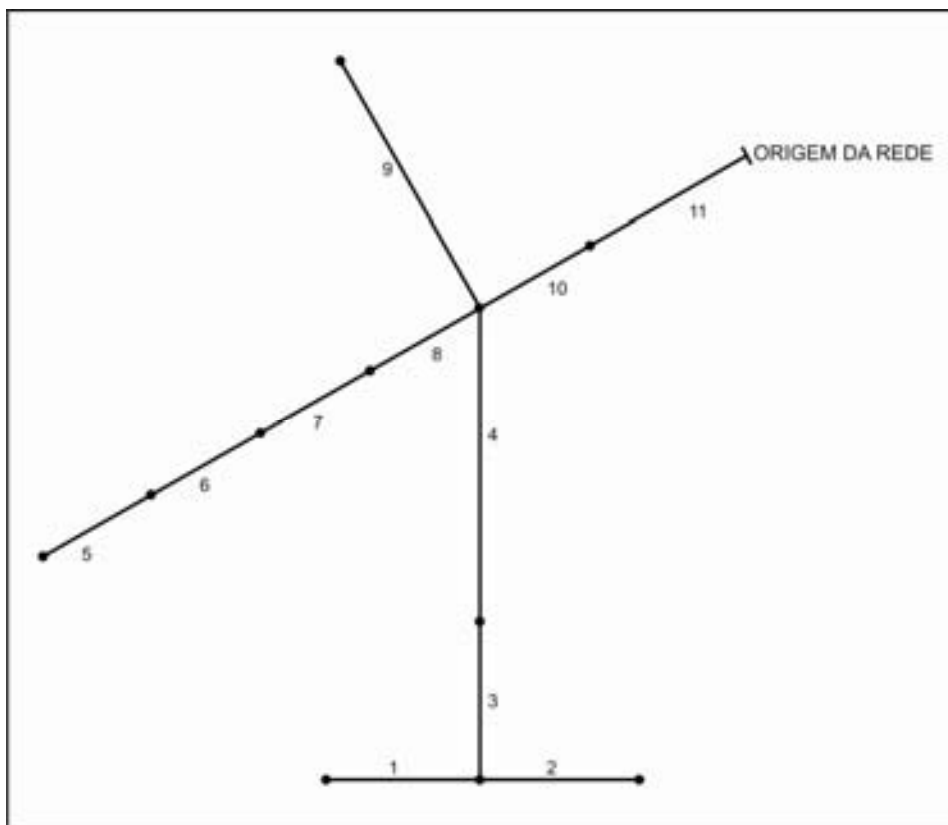
## 4.2 VERIFICAÇÃO DO PROGRAMA DE OTIMIZAÇÃO PELO MÉTODO GRANADOS

Para verificação e validação do programa de otimização da rede de distribuição de água utilizando o Método Granados, é feita a aplicação do mesmo a uma rede que tenha sido previamente otimizada pelo Método Granados e confrontados os resultados obtidos a partir do programa de otimização com os dessa rede.

A rede escolhida está apresentada como exemplo de otimização de rede ramificada pelo Sistema Granados, no Capítulo 6, do livro “Infraestructura de Regadios”, Servicio de Publicacion de la Universidad Politécnica de Madrid, 1990 (GRANADOS, 1990). A rede possui os seguintes parâmetros:

1. Número de trechos T: 11
2. Cota piezométrica de cabeceira final  $CCAB$ : 150 m
3. Cota piezométrica de cabeceira inicial  $CCABi$ : 167,53 m
4. Custo inicial da rede na Solução Prévia  $CUSTOi$ : \$ 8.327.476,00 pesetas
5. Número de diâmetros comerciais disponíveis ND: 11
6. Número máximo de iterações desejadas NID: 200

No Desenho 6 está apresentada a rede com os trechos devidamente numerados e nas Tabelas 12, 13 e 14 as informações complementares da mesma, necessárias ao arquivo de entrada de dados do programa.



DESENHO 6 – Rede de distribuição de água a ser otimizada para verificação do Programa

TABELA 13 – Dados da rede de distribuição de água para o arquivo de entrada do programa de otimização

TRECHO T[i]	TRECHO ANT. TA[i]	VAZÃO QF[i] (L/s)	DIÂMETRO D[i] (mm)	COMPRIMEN. L[i] (m)	FOLGA PRE. FP[i] (m)
1	3	44	175	360	0,00
2	3	28	150	300	4,83
3	4	104	300	220	13,21
4	10	128	300	500	13,56
5	6	40	175	260	7,91
6	7	56	200	120	9,20
7	8	100	300	140	11,43
8	10	120	300	130	12,81
9	10	28	150	560	10,16
10	11	276	400	190	59,66

11

0

324

450

400

22,75

TABELA 14 – Custos unitários dos diâmetros da rede de distribuição expressos em pesetas (Pts).

DIÂMETRO DD[i] (mm)	CUSTO PRC[i] (pts)
100	802
150	1128
175	1410
200	1709
250	2337
300	3222
350	3793
400	4741
450	5469
500	6406

### Arquivo de entrada de dados para o programa

CCAB	CCABi	CUSTOi	TRECHOS	C	NID	ND
150	167.53	8327476.00	11	140	200	11

DD[i]	PR[i]
100	802
125	974
150	1128
175	1410
200	1709
250	2337
300	3222
350	3793
400	4741
450	5469
500	6406

T[i]	TA[i]	QF[i]	D[i]	L[i]	FP[i]
1	3	44	175	360	0.00
2	3	28	150	300	4.83
3	4	104	300	220	13.21
4	10	128	300	500	13.56
5	6	40	175	260	7.91
6	7	56	200	120	9.20
7	8	100	300	140	11.43
8	10	120	300	130	12.81
9	10	28	150	560	10.16
10	11	276	400	190	59.66
11	0	324	450	400	22.75

eq1	eq2	eq3	eq4
1.21	10	1.85	4.87

### Arquivo de saída do programa – Dados da rede de distribuição de água otimizada

FIM DA ITERACAO 74  
ITERACAO = 74

Cota Piezometrica de Montante = 150.05 m

NOS DADOS DE SAIDA LS E O COMPRIMENTO DO TRECHO A SUBSTITUIR PELO DIAMETRO IMEDIATAMENTE SUPERIOR

Trecho	D	FP	CÂMBIO	hfdisp	LS
1	250	0.34	503895.63	0.63	0.00
2	150	0.14	34317.27	0.62	224.09
Trecho	D	FP	CÂMBIO	hfdisp	LS
3	300	6.68	179327.31	0.70	0.00
4	350	7.03	474356.53	1.00	0.00
5	175	0.14	44002.68	0.48	189.84
6	250	0.14	322537.50	0.33	0.00
7	300	1.27	192822.70	0.41	0.00
8	300	2.65	137617.23	0.54	0.00
9	200	0.00	247163.20	1.42	0.00
10	450	42.93	458366.38	0.39	0.00
11	450	5.27	340711.09	1.10	0.00

CUSTO TOTAL =R\$ 9605699.00  
FIM DA EXECUCAO DO PROGRAMA

A Tabela 15 apresenta os resultados com a utilização do programa de otimização, obtidos do arquivo de saída, e os números da solução final do exemplo da bibliografia tomado como referência, para uma análise comparativa entre os mesmos e validação do programa.

TABELA 15 – Resultados obtidos após otimização da rede de distribuição de água utilizando o Método Granados.

TRECHO	PROGRAMA DE OTIMIZAÇÃO		SOLUÇÃO FINAL DE REFERÊNCIA	
	DIÂMETRO (mm)	FOLGA PRES. (m)	DIÂMETRO (mm)	FOLGA PRES. (m)
1	250	0,34	200/250	0,00
2	150/175	0,14	150/175	0,00
3	300	6,68	300	4,43
4	350	7,03	350	4,78
5	175/200	0,14	175/200	0,00
6	250	0,14	200/250	0,00
7	300	1,27	300	0,00
8	300	2,65	350/400	0,61
TRECHO	PROGRAMA DE OTIMIZAÇÃO		SOLUÇÃO FINAL DE REFERÊNCIA	
	DIÂMETRO (mm)	FOLGA PRES. (m)	DIÂMETRO (mm)	FOLGA PRES. (m)
9	200	0,00	150/175	0,00
10	450	42,93	500	46,34
11	450	5,27	500	7,28
<b>CUSTO TOTAL (pts)</b>		9.605.699		9.946.660

Face aos resultados apresentados na tabela acima, o programa para otimização da rede de distribuição de água utilizando o Método Granados de Otimização está validado, nos credenciando a fazer a sua utilização à rede predial do Condomínio Búzios Tropical.

### **4.3 APLICAÇÃO DO PROGRAMA DE OTIMIZAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO GRANADOS À REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO BÚZIOS TROPICAL**

Para a aplicação do programa de otimização baseado na metodologia desenvolvida por Granados, são utilizados dados relativos à rede de distribuição predial de água fria do condomínio, apresentados nos seguintes quadros e tabelas:

1. Quadro 2 – Trechos da rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical;
2. Tabela 11 – Custos unitários (R\$) de tubos e conexões de PVC – Linha Soldável diâmetros 20 – 110 mm e Linha PBS diâmetros 160 – 200 mm;
3. Tabela 12 – Variáveis utilizadas no cálculo da perda de carga unitária;
4. Quadro do Apêndice D – Tabela de pressões dos trechos da rede para a Solução Prévia.

São também utilizados como dados de entrada os seguintes parâmetros:

1. Número de trechos da rede T: 184
2. Cota piezométrica de cabeceira final  $CCAB$ : 13,90 m
3. Cota piezométrica de cabeceira inicial  $CCABi$ : 27,52 m
4. Custo inicial da rede na Solução Prévia  $CUSTOi$ : R\$ 4.224,46
5. Número de diâmetros comerciais disponíveis ND: 11
6. Número máximo de iterações desejadas NID: 2000

A partir das informações acima e utilizando as tabelas citadas é preparado o arquivo de entrada de dados para o programa denominado INICIALIZA, que está apresentado a seguir:

**CCAB** 13.90 **CCABI** 27.52 **CUSTO** 4224.46 **TRECHOS** 184 **C** 1 **NID** 2000 **ND** 11 **TOLERÂNCIA** .5e-3

**DD[i]** 20 1.33  
**PR[i]** 25 1.73  
 32 4.08  
 40 5.63  
 50 5.82  
 60 11.61  
 75 16.52  
 85 20.35  
 110 31.33  
 160 45.33  
 200 55.32

<b>T[i]</b>	<b>TA[i]</b>	<b>QF[i]</b>	<b>D[i]</b>	<b>L[i]</b>	<b>FP[i]</b>							
1	11	0.300	20	51.10	1.68	54	55	0.251	20	5.50	11.33	
2	4	0.355	20	14.80	1.37	55	57	0.511	20	0.80	12.84	
						56	57	0.315	20	1.10	13.96	
<b>T[i]</b>	<b>TA[i]</b>	<b>QF[i]</b>	<b>D[i]</b>	<b>L[i]</b>	<b>FP[i]</b>	57	59	0.600	25	2.15	14.22	
3	4	0.300	20	3.58	0.00	58	59	0.251	20	5.50	15.48	
4	6	0.465	20	2.00	2.52	59	60	0.650	25	8.00	17.11	
<b>T[i]</b>	<b>TA[i]</b>	<b>QF[i]</b>	<b>D[i]</b>	<b>L[i]</b>	<b>FP[i]</b>	60	72	2.700	50	11.20	19.06	
5	6	0.300	20	3.36	0.91	61	63	0.315	20	3.25	6.03	
6	8	0.553	20	5.20	3.40	62	63	0.251	20	5.50	7.05	
7	8	0.355	20	3.13	7.39	63	65	0.402	20	0.80	8.56	
8	10	0.657	25	3.17	6.06	64	65	0.315	20	1.10	9.48	
9	10	0.268	20	9.81	3.97	65	67	0.511	20	2.15	9.74	
10	11	0.710	25	6.20	6.82	66	67	0.251	20	5.50	11.48	
11	13	0.960	32	16.60	12.05	67	69	0.569	25	0.80	12.98	
12	13	0.300	20	16.95	4.59	68	69	0.315	20	1.10	13.76	
13	15	1.260	32	19.00	13.82		<b>T[i]</b>	<b>TA[i]</b>	<b>QF[i]</b>	<b>D[i]</b>	<b>L[i]</b>	<b>FP[i]</b>
14	15	0.300	20	16.95	7.77	69	71	0.650	25	2.15	14.02	
15	17	1.560	40	19.50	17.01	70	71	0.251	20	5.50	15.40	
16	17	0.300	20	14.95	9.61	71	72	0.697	25	11.40	17.02	
17	83	1.860	40	18.40	18.50	72	82	3.400	50	8.00	19.87	
18	20	0.315	20	3.25	1.93	73	75	0.315	20	4.05	8.12	
19	20	0.251	20	5.50	2.95	74	75	0.315	20	1.10	11.32	
20	22	0.402	20	0.80	3.46	75	77	0.445	20	2.15	11.58	
21	22	0.315	20	1.10	5.38	76	77	0.251	20	5.50	13.08	
22	24	0.511	20	2.15	4.64	77	79	0.511	20	0.80	14.59	
23	24	0.251	20	5.50	7.38	78	79	0.315	20	1.10	15.71	
24	26	0.569	25	0.80	7.88	79	81	0.600	25	2.15	15.96	
25	26	0.315	20	1.10	9.67	80	81	0.251	20	5.50	17.23	
26	28	0.650	25	2.15	8.92	81	82	0.650	25	8.40	18.86	
27	28	0.251	20	5.50	11.30	82	83	4.050	60	3.90	20.88	
28	38	0.697	25	11.40	11.93	83	95	5.910	75	3.80	21.19	
29	31	0.315	20	4.05	2.99	84	86	0.315	20	4.05	7.68	
30	31	0.315	20	1.10	6.20	85	86	0.315	20	1.10	11.03	
31	33	0.445	20	2.15	6.45	86	88	0.445	20	2.95	11.29	
32	33	0.251	20	5.50	7.96	87	88	0.315	20	1.10	15.08	
33	35	0.511	20	0.80	9.46	88	94	0.545	20	5.01	15.34	
34	35	0.315	20	1.10	10.58	89	91	0.251	20	5.74	9.48	
35	37	0.600	25	2.15	10.84	90	91	0.251	20	2.79	12.70	
36	37	0.251	20	5.50	12.10	91	93	0.355	20	2.95	13.94	
<b>T[i]</b>	<b>TA[i]</b>	<b>QF[i]</b>	<b>D[i]</b>	<b>L[i]</b>	<b>FP[i]</b>	92	93	0.251	20	2.81	16.59	
37	38	0.650	25	8.00	13.73	93	94	0.435	20	6.40	17.95	
38	50	1.350	32	11.20	15.68	94	95	0.980	32	2.20	20.59	
39	41	0.315	20	3.25	4.08	95	107	6.890	75	15.60	21.38	
40	41	0.251	20	5.50	5.10	96	98	0.251	20	5.74	9.64	
41	43	0.402	20	0.80	6.60	97	98	0.251	20	2.79	12.87	
42	43	0.315	20	1.10	7.53	98	100	0.355	20	2.95	14.10	
43	45	0.511	20	2.15	7.78	99	100	0.251	20	2.81	16.76	
44	45	0.251	20	5.50	9.52	100	106	0.435	20	6.40	18.12	
45	47	0.569	25	0.80	11.03		<b>T[i]</b>	<b>TA[i]</b>	<b>QF[i]</b>	<b>D[i]</b>	<b>L[i]</b>	<b>FP[i]</b>
46	47	0.315	20	1.10	11.81	101	103	0.315	20	4.05	7.84	
47	49	0.650	25	2.15	12.07	102	103	0.315	20	1.10	11.19	
48	49	0.251	20	5.50	13.44	103	105	0.445	20	2.95	11.45	
49	50	0.697	25	11.40	15.07	104	105	0.315	20	1.10	15.24	
50	60	2.050	40	8.00	17.91	105	106	0.545	20	5.01	15.50	
51	53	0.315	20	4.05	6.37	106	107	0.980	32	7.00	20.75	
52	53	0.315	20	1.10	9.57	107	119	7.870	75	4.60	22.05	
53	55	0.445	20	2.15	9.83	108	110	0.315	20	4.05	8.76	

109	110	0.315	20	1.10	12.11	147	148	0.251	20	2.81	18.84
110	112	0.445	20	2.95	12.37	148	154	0.435	20	6.40	19.20
111	112	0.315	20	1.10	16.16	149	151	0.315	20	4.05	9.93
112	118	0.545	20	5.01	16.42	150	151	0.315	20	1.10	13.28
113	115	0.251	20	5.74	10.56	151	153	0.445	20	2.95	13.53
114	115	0.251	20	2.79	13.78	152	153	0.315	20	1.10	17.33
115	117	0.355	20	2.95	14.02	153	154	0.545	20	5.01	17.59
116	117	0.251	20	2.81	17.68	154	155	0.980	32	7.00	22.83
117	118	0.435	20	6.40	18.03	155	184	11.790	110	15.80	24.13
118	119	0.980	32	2.20	20.67	156	157	0.315	20	7.95	2.99
119	131	8.850	85	15.60	21.46	157	159	0.315	20	2.00	2.87
120	122	0.251	20	5.74	10.58	158	159	0.251	20	9.65	5.26
121	122	0.251	20	2.79	13.80	<b>T[i]</b>	<b>TA[i]</b>	<b>QF[i]</b>	<b>D[i]</b>	<b>L[i]</b>	<b>FP[i]</b>
122	124	0.355	20	2.95	14.53	159	161	0.560	20	11.20	2.27
123	124	0.251	20	2.81	17.69	160	161	0.315	20	7.95	8.37
124	130	0.435	20	6.40	18.55	161	163	0.870	25	2.00	8.44
125	127	0.315	20	4.05	8.78	162	163	0.251	20	9.65	11.26
126	127	0.315	20	1.10	12.13	163	165	1.120	32	11.20	8.27
127	129	0.445	20	2.95	12.38	164	165	0.315	20	7.95	10.78
128	129	0.315	20	1.10	16.18	165	167	1.430	32	2.00	10.85
129	130	0.545	20	5.01	16.43	166	167	0.251	20	9.65	13.45
130	131	0.980	32	7.00	21.68	167	169	1.680	40	11.20	10.46
131	143	9.830	85	3.50	22.98	168	169	0.315	20	7.95	12.43
132	134	0.315	20	4.05	9.55	169	171	1.990	40	2.00	12.50
<b>T[i]</b>	<b>TA[i]</b>	<b>QF[i]</b>	<b>D[i]</b>	<b>L[i]</b>	<b>FP[i]</b>	170	171	0.251	20	9.65	14.91
133	134	0.315	20	1.10	12.90	171	173	2.240	40	11.20	11.92
134	136	0.445	20	2.95	13.16	172	173	0.315	20	7.95	14.70
135	136	0.315	20	1.10	16.96	173	175	2.550	50	2.00	14.77
136	142	0.545	20	5.01	17.21	174	175	0.251	20	9.65	17.01
137	139	0.251	20	5.74	11.36	175	177	2.800	50	11.20	14.02
138	139	0.251	20	2.79	14.58	176	177	0.315	20	7.95	15.86
139	141	0.355	20	2.95	14.81	177	179	3.110	50	2.00	15.93
140	141	0.251	20	2.81	18.47	178	179	0.251	20	9.65	18.29
141	142	0.435	20	6.40	18.83	179	181	3.360	50	12.60	15.30
142	143	0.980	32	2.20	21.46	180	181	0.315	20	6.05	18.24
143	155	10.810	85	15.60	22.25	181	183	3.670	50	5.60	17.94
144	146	0.251	20	5.74	11.73	182	183	0.251	20	4.05	21.89
145	146	0.251	20	2.79	14.95	183	184	3.920	60	10.80	18.34
146	148	0.355	20	2.95	15.18	184	0	15.710	110	13.75	15.59

eq1 eq2 eq3 eq4  
869500 0 1.75 4.75

## Arquivo de saída do programa – Dados da rede de distribuição de água otimizada

Após 160 iterações o programa convergiu para a cota de cabeceira desejada igual a 13,90 metros. Os dados de saída são apresentados no arquivo SAIDA, que apresenta os resultados de cada uma das iterações, e por esta razão possui 733 páginas. Por questão de racionalização, é apresentada a seguir, somente a solução final da rede otimizada, após a última iteração.

SOLUÇÃO FINAL DO PROGRAMA

CUSTO TOTAL =R\$ 5673.50

FIM DA ITERACAO 160

ITERACAO = 160

Cota Piezometrica de Montante = 13.90 m



NOS DADOS DE SAÍDA LS É O COMPRIMENTO DO TRECHO A SUBSTITUIR PELO DIÂMETRO  
IMEDIATAMENTE SUPERIOR

<b>T[i]</b>	<b>D</b>	<b>FP</b>	<b>CÂMBIO</b>	<b>hfdisp</b>	<b>LS</b>	70	20	8.90	11.97	0.18	0.00
1	20	0.01	8.76	1.72	13.50	71	25	10.52	32.15	0.82	0.20
2	20	1.37	6.52	0.91	0.00	72	75	13.35	930.97	0.03	0.00
3	50	0.00	11106.83	0.00	0.00	73	20	1.17	8.04	0.20	0.00
4	50	2.27	5158.34	0.00	0.00	74	20	4.37	8.04	0.05	0.00
5	20	0.37	8.76	0.15	0.00	75	20	4.63	4.39	0.20	0.00
6	50	2.86	3808.76	0.01	0.00	76	20	6.13	11.97	0.18	0.00
7	20	5.80	6.52	0.19	0.00	77	20	7.64	3.45	0.09	0.00
8	50	4.47	2817.17	0.01	0.00	78	20	8.76	8.04	0.05	0.00
9	20	2.09	10.67	0.37	0.00	79	25	9.01	41.80	0.12	0.00
10	50	4.94	2459.52	0.01	0.00	80	20	10.28	11.97	0.18	0.00
11	50	9.52	1450.70	0.07	0.00	81	32	11.91	36.33	0.54	0.00
12	20	1.22	8.76	0.77	0.00	82	75	13.93	685.45	0.02	0.00
13	50	10.45	901.37	0.12	0.00	83	85	14.15	1166.53	0.04	0.00
14	20	2.85	8.76	0.77	0.00	84	20	0.60	8.04	0.20	0.00
<b>T[i]</b>	<b>D</b>	<b>FP</b>	<b>CÂMBIO</b>	<b>hfdisp</b>	<b>LS</b>	85	20	3.95	8.04	0.05	0.00
15	50	12.09	620.28	0.18	0.00	86	20	4.21	4.39	0.27	0.00
16	20	4.10	8.76	0.68	0.00	87	20	8.00	8.04	0.05	0.00
17	50	12.99	455.94	0.23	0.00	88	25	8.26	3.08	0.65	0.00
18	50	0.00	10197.86	0.00	0.00	89	20	2.40	11.97	0.19	0.00
19	20	0.78	11.97	0.18	0.00	90	20	5.62	11.97	0.09	0.00
20	50	1.29	6655.13	0.00	0.00	91	20	6.86	6.52	0.18	0.00
21	20	3.11	8.04	0.05	0.00	92	20	9.51	11.97	0.09	0.00
22	50	2.37	4373.37	0.00	0.00	<b>T[i]</b>	<b>D</b>	<b>FP</b>	<b>CÂMBIO</b>	<b>hfdisp</b>	<b>LS</b>
23	20	4.74	11.97	0.18	0.00	93	20	10.87	4.57	0.56	0.00
24	50	5.24	3623.31	0.00	0.00	94	40	13.51	39.87	0.09	0.00
25	20	6.97	8.04	0.05	0.00	95	85	14.30	891.85	0.02	14.00
26	50	6.22	2870.48	0.00	0.00	96	20	2.17	11.97	0.19	0.00
27	20	8.41	11.97	0.18	0.00	97	20	5.40	11.97	0.09	0.00
28	50	9.04	2540.36	0.03	0.00	98	20	6.63	6.52	0.18	0.00
<b>T[i]</b>	<b>D</b>	<b>FP</b>	<b>CÂMBIO</b>	<b>hfdisp</b>	<b>LS</b>	99	20	9.29	11.97	0.09	0.00
29	25	0.00	129.08	0.07	0.00	100	25	10.65	4.57	0.56	0.00
30	20	3.01	8.04	0.05	0.00	101	20	0.37	8.04	0.20	0.00
31	32	3.26	158.72	0.02	0.00	102	20	3.72	8.04	0.05	0.00
32	20	4.50	11.97	0.18	0.00	103	20	3.98	4.39	0.27	0.00
33	32	6.00	124.60	0.01	0.00	104	20	7.77	8.04	0.05	0.00
34	20	6.99	8.04	0.05	0.00	105	25	8.03	3.08	0.65	0.00
35	32	7.25	94.08	0.04	0.00	106	40	13.28	39.87	0.27	0.00
36	20	8.39	11.97	0.18	0.00	107	110	14.58	2604.63	0.02	0.00
37	32	10.02	81.78	0.12	1.76	108	20	1.13	8.04	0.20	0.00
38	50	11.42	798.86	0.08	0.00	109	20	4.48	8.04	0.05	0.00
39	25	0.00	129.08	0.06	0.00	110	20	4.74	4.39	0.27	0.00
40	20	0.86	11.97	0.18	0.00	111	20	8.53	8.04	0.05	0.00
41	25	2.36	84.24	0.02	0.00	112	25	8.79	3.08	0.65	0.00
42	20	3.23	8.04	0.05	0.00	113	20	2.93	11.97	0.19	0.00
43	25	3.48	55.35	0.09	0.00	114	20	6.15	11.97	0.09	0.00
44	20	4.97	11.97	0.18	0.00	115	20	6.39	6.52	0.18	0.00
45	25	6.48	45.86	0.04	0.00	116	20	10.05	11.97	0.09	0.00
46	20	7.26	8.04	0.05	0.00	117	25	10.40	4.57	0.56	0.00
47	25	7.52	36.33	0.08	0.94	118	40	13.04	39.87	0.09	0.00
48	20	8.83	11.97	0.18	0.00	119	110	13.83	2121.05	0.10	0.00
49	32	10.46	72.38	0.24	0.00	120	20	2.66	11.97	0.19	0.00
50	60	12.46	687.39	0.06	0.00	121	20	5.88	11.97	0.09	0.00
51	20	0.41	8.04	0.20	0.00	122	20	6.61	6.52	0.18	0.00
52	20	3.61	8.04	0.05	0.00	123	20	9.77	11.97	0.09	0.00
53	20	3.87	4.39	0.20	0.00	124	25	10.63	4.57	0.56	0.00
54	20	5.37	11.97	0.18	0.00	<b>T[i]</b>	<b>D</b>	<b>FP</b>	<b>CÂMBIO</b>	<b>hfdisp</b>	<b>LS</b>
55	20	6.88	3.45	0.09	0.00	125	20	0.86	8.04	0.20	0.00
56	20	8.00	8.04	0.05	0.00	126	20	4.21	8.04	0.05	0.00
57	25	8.26	41.80	0.12	0.00	127	25	4.46	4.39	0.27	0.00
58	20	9.52	11.97	0.18	0.00	128	20	8.26	8.04	0.05	0.00
59	32	11.15	36.33	0.52	0.00	129	25	8.51	3.08	0.65	0.00
60	60	13.10	424.51	0.01	10.64	130	40	13.76	39.87	0.27	0.00
<b>T[i]</b>	<b>D</b>	<b>FP</b>	<b>CÂMBIO</b>	<b>hfdisp</b>	<b>LS</b>	131	110	15.06	1764.95	0.03	0.00
61	25	0.00	129.08	0.06	0.00	132	20	1.55	8.04	0.20	0.00
62	20	0.86	11.97	0.18	0.00	133	20	4.90	8.04	0.05	0.00
63	25	2.37	84.24	0.02	0.00	134	20	5.16	4.39	0.27	0.00
64	20	3.23	8.04	0.05	0.00	135	20	8.96	8.04	0.05	0.00
65	25	3.49	55.35	0.09	0.00	136	25	9.21	3.08	0.65	0.00
66	20	4.98	11.97	0.18	0.00	137	20	3.36	11.97	0.19	0.00
67	25	6.48	45.86	0.04	0.00	138	20	6.58	11.97	0.09	0.00
68	20	7.26	8.04	0.05	0.00	139	20	6.81	6.52	0.18	0.00
69	25	7.52	36.33	0.14	0.00	140	20	10.47	11.97	0.09	0.00

141	25	10.83	4.57	0.56	0.00
142	40	13.46	39.87	0.09	0.00
143	110	14.25	1494.54	0.15	0.00
144	20	3.30	11.97	0.19	0.00
145	20	6.52	11.97	0.09	0.00
146	20	6.75	6.52	0.18	0.00
147	20	10.41	11.97	0.09	0.00
148	25	10.77	4.57	0.56	0.00
149	20	1.50	8.04	0.20	0.00
150	20	4.85	8.04	0.05	0.00
151	25	5.10	4.39	0.27	0.00
152	20	8.90	8.04	0.05	0.00
153	25	9.16	3.08	0.65	0.00
154	40	14.40	39.87	0.27	0.00
155	110	15.70	1283.96	0.17	0.00
156	20	0.72	8.04	0.40	0.00
<b>T[i]</b>	<b>D</b>	<b>FP</b>	<b>CÂMBIO</b>	<b>hfdisp</b>	<b>LS</b>
157	20	0.60	8.04	0.10	0.00
158	20	2.99	11.97	0.32	0.00
159	50	0.00	3725.83	0.02	0.00
160	20	3.80	8.04	0.40	0.00
161	50	3.87	1723.43	0.01	0.00
162	20	6.39	11.97	0.32	0.00
163	50	3.40	1107.70	0.06	0.00
164	20	5.17	8.04	0.40	0.00
165	50	5.24	722.29	0.02	0.00
166	20	7.63	11.97	0.32	0.00
167	50	4.64	544.83	0.12	0.00
168	20	6.23	8.04	0.40	0.00
169	50	6.30	405.10	0.03	0.00
170	20	8.61	11.97	0.32	0.00
<b>T[i]</b>	<b>D</b>	<b>FP</b>	<b>CÂMBIO</b>	<b>hfdisp</b>	<b>LS</b>
171	50	5.62	329.32	0.20	0.00
172	20	7.76	8.04	0.40	0.00
173	60	7.83	469.17	0.02	0.00
174	20	10.03	11.97	0.32	0.00
175	60	7.04	398.33	0.14	0.00
176	20	8.59	8.04	0.40	0.00
177	60	8.66	331.47	0.03	0.00
178	20	10.95	11.97	0.32	0.00
179	60	7.96	289.52	0.16	3.30
180	20	10.40	8.04	0.30	0.00
181	75	10.10	814.44	0.03	0.00
182	20	13.70	11.97	0.14	0.00
183	75	10.15	725.72	0.06	0.00
184	160	7.16	4185.36	0.03	0.00

CUSTO TOTAL =R\$ 5673,50  
FIM DA EXECUCAO DO PROGRAMA

No arquivo de saída do programa, estão indicados os trechos da rede de distribuição de água fria  $T[i]$  com os seus respectivos diâmetros ótimos (D). Os trechos que possuem parte do seu comprimento a ser substituído pelo diâmetro imediatamente superior, ou seja LS é diferente de zero, têm a totalidade da sua extensão substituída. Por tratar-se de uma rede predial, caracterizada por trechos de extensão relativamente pequena, torna-se inviável a substituição parcial do diâmetro do trecho. No presente trabalho, é o caso dos trechos: 01, 37, 47, 60, 71, 95 e 179, cujos diâmetros finais são os imediatamente superiores aos indicados no arquivo de saída do programa.

#### **4.4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA OTIMIZADA**

Com o diâmetro de cada trecho da rede de distribuição predial de água fria, obtido no arquivo de saída de dados do programa, é elaborada a tabela de pressões dos trechos da rede ótima. O quadro do Apêndice E apresenta a verificação das pressões nos trechos da rede após a otimização da mesma.

Utilizando as informações contidas no quadro do Apêndice E, é calculado o custo total de materiais desta rede.

O custo total da rede de distribuição de água fria do condomínio após a otimização pelo Método Granados será:

4. Custo dos tubos (trechos retos da rede): R\$ 5.673,50
5. Custo das conexões: R\$ 3.875,77
6. Custo total da rede: R\$ 9.549,27 (nove mil, quinhentos e quarenta e nove reais e vinte e sete centavos).

Esse valor será analisado no próximo capítulo, no sentido de que seja verificado o percentual de redução do custo total da rede após a aplicação do Método Granados de Otimização.

## 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Neste capítulo é apresentado o custo de aquisição de materiais para a rede de distribuição de água fria do Condomínio Búzios Tropical dimensionada segundo os critérios da norma NBR 5626 da ABNT (1998), comparando-o com o custo da mesma rede, após submetê-la ao Método Granados de Otimização. É feita então, uma análise comparativa dos mesmos, verificando o percentual de redução proporcionado pelo método.

### 5.1 CUSTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO

#### 5.1.1 Rede dimensionada segundo a Norma NBR 5626

Utilizando as informações contidas no quadro do Apêndice C, Tabela de pressões dos trechos da rede de distribuição predial de água fria do condomínio e os dados da Tabela 11 – Custos unitários de tubos e conexões de PVC, é calculado o custo total de materiais desta rede.

O custo total da rede de distribuição de água fria do condomínio pode ser detalhado da seguinte forma:

7. Custo dos tubos (trechos retos da rede): R\$ 6.842,42
8. Custo das conexões: R\$ 4.057,08
9. Custo total da rede: R\$ 10.899,50 (dez mil, oitocentos e noventa e nove reais e cinqüenta centavos).

#### 5.1.2 Rede otimizada segundo o Método Granados

O arquivo de saída de dados do programa apresenta os valores dos diâmetros de cada trecho da rede de distribuição de água fria otimizada. Com esses valores é elaborado o quadro do Apêndice E – Tabela de pressões dos trechos da

rede de distribuição predial de água fria do Condomínio Búzios Tropical otimizada utilizando o Método Granados.

As informações contidas neste quadro possibilitam a verificação das pressões nos pontos terminais da rede após o processo de otimização. A folga de pressão dos 184 trechos da rede, requisito fundamental à eficiência do sistema de distribuição, apresenta todos os valores positivos, indicando que na rede otimizada, a pressão mínima nos pontos de utilização de água exigida pela Norma NBR 5626 (1998) foi alcançada.

Os valores dos diâmetros dos trechos da rede otimizada e os dados da Tabela 11 – Custos unitários de tubos e conexões de PVC são utilizados para o cálculo do custo total de materiais desta rede.

A seguir é apresentado o custo total da rede de distribuição de água fria do condomínio após a otimização pelo Método Granados:

1. Custo dos tubos (trechos retos da rede): R\$ 5.673,50
2. Custo das conexões: R\$ 3.875,77
3. Custo total da rede: R\$ 9.549,27 (nove mil, quinhentos e quarenta e nove reais e vinte e sete centavos).

### **5.1.3 Análise comparativa dos custos**

Em valores absolutos, a rede de distribuição de água fria otimizada possui o custo de materiais inferior ao da rede projetada segundo a Norma NBR 5626 (1998) em R\$ 1.350,23 (um mil, trezentos e cinquenta reais e vinte e três centavos).

Proporcionalmente, considerado o custo de tubos e conexões, este valor representa uma redução no custo original da rede de 12,39% (doze vírgula trinta e nove por cento), após a utilização do Método Granados de Otimização.

## **5.2 CONCLUSÕES**

A metodologia de cálculo segundo os critérios da Norma NBR 5626 (1998) é amplamente utilizada pelos projetistas para dimensionamento de redes de distribuição predial de água fria. Entretanto, ela não aborda a otimização do sistema, isto é, o cálculo da rede de menor custo.

O presente método de otimização nos possibilita a obtenção de um ótimo global, após serem testadas todas as alternativas, reduzindo o trabalho do projetista a partir da utilização de uma ferramenta em linguagem de computador.

Os dados de entrada necessários à aplicação do Método Granados de Otimização são obtidos a partir de dados relativos ao desenho e vazões de projeto dos diversos trechos da rede de distribuição de água fria, calculados segundo os critérios da Norma NBR 5626 (1988). Por esta razão, a aplicação da metodologia possui a facilidade de não requerer cálculo adicional para dados de entrada, por utilizar-se de informações disponíveis ao projetista.

A rede otimizada segundo o Método Granados apresenta uma economia em materiais de 12,39%, comparando-se à rede dimensionada segundo a metodologia de cálculo convencional. O resultado obtido no presente trabalho veio ratificar a informação apresentada no Capítulo 02, de que as redes otimizadas apresentam, usualmente, um custo de 5% a 15% abaixo do custo da rede convencional.

Desta forma, a metodologia apresentada no presente trabalho poderá ser utilizada por projetista de redes de distribuição predial de água fria, como uma ferramenta que complementar o dimensionamento da rede projetada, apresentando uma solução de custo mínimo, entre todas as alternativas possíveis.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 5626 – **Instalação Predial de Água Fria**. Rio de Janeiro – RJ, 1998.
- ALPEROVITS, E.; SHAMIR, U. **Design of optimal water distribution systems**. Water Resources Research, v. 13, n. 6, p. 885 – 900, 1977.
- AZEVEDO NETTO, J. M.; ALVAREZ, G. A. **Manual de Hidráulica**. 7 ed. Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo – SP, 1986.
- BHAVE, P.; LAM, C. **Optimal layout for branching distribution network**. Journal Transp. Engineering, v. 109, n. 4, 1983.
- CENEDESE, A.; GALLERANO, F.; MISITI, A. **Multiobjective analysis in optimal solution of hydraulic networks**. Journal of Hydraulic Engineering, v. 113, n. 9, 1987.
- CIRILO, J. A. **Programação Não Linear Aplicada a Recursos Hídricos – Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Editora Universidade – UFRGS – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre – RS, 1997.
- COLLINS, M. et al. **Solving the pipe network analysis problem using optimization techniques**. Management Science, v. 24, n. 7, 1978.
- CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**, Editora Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro – RJ, 1987.
- DUAN, N.; MAYS, L. W.; LANSEY, K. E. **Optimal reliability-based design of pumping and distribution systems**. Journal of Hydraulic Engineering, v. 116, n. 2, 1990.
- EIGER, G.; SHAMIR, U.; BEM-TAL, A. **Optimal design of water distribution networks**. Water Resources Research, v. 30, n. 9, 1994.
- FIGUEIREDO JÚNIOR, J. V. **Dimensionamento ótimo de redes de distribuição de água pelo Método do Seccionamento Fictício com otimização pelo Método Granados**. Dissertação de Mestrado, UFRN – CT - PPGes, Natal - RN, 2001.
- FUJIWARA, O.; JENCHAIMAHAKOON, B.; EDIRISINGHE, N. C. P. **A modified linear programming gradient method for optimal design of looped water distribution network**. Water Resources Research, v. 23, n. 6, 1987.
- FUJIWARA, O.; KHANG, D. B. **A two phase decomposition method for optimal design of looped water distribution networks**. Water Resources Research, v. 26, n. 4, 1990.

GOLDBERG, D. E. **Genetic algorithms in search, optimization and machine learning**. Addison-Wesley Publishing Company, 411 p. 1989.

GOMES, H. P.; **Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos Sistemas Pressurizados Aspersão e Gotejamento**. 3 ed. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande – PB, 1999.

GONCALVES, O. M. **Formulação de modelo para o estabelecimento de vazões de projeto em sistemas prediais de distribuição de água fria**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica, USP, São Paulo – SP, 1986.

GOULTER, I. C. **Systems analysis in water-distribution network design: from theory to practice**. J. Water Resources Planning and Management, v. 118, n. 3, 1992.

GRANADOS, A. G. – **Infraestructura de Regadios - Redes Colectivas de Riego a Presion**. Servicio de Publicación de E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 1990.

GUERCIO, R. et al. **Linearized optimization model for reliability-based design of water systems**. Journal of Hydraulic Engineering, v. 123, n. 11, p. 1020 – 1026, 1997.

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Editora Campus, Rio de Janeiro – RJ / Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 1988.

KARMELI, D. Y.; GADISH, Y.; MEYERS, S. **Design of optimal distribution network**. Journal of the Pipeline Division of the American Society of Civil Engineers, n. 94, p. 1-10, 1968.

KWANYUEN, B.; FONTANE, D. G. **Heuristic branch and bound method for ground water development planning**. Journal of Water Resources Planning and Management, v. 124, n. 3, p. 140 – 148, 1998.

LANSEY, K. E.; MAYS, L. W. **Optimization model for water distribution system design**. Journal of Hydraulic Engineering, v. 115, n. 10, p. 1401 – 1418, 1989.

LUCAS FILHO, M. **Metodologias de optimizacion de redes colectivas ramificadas de riego a presion que consideren el timbraje como variable intrinseca del proceso**. Tesis Doctoral – E.T.S.I. de Caminos, Canales e Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1991.

MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 3 ed. Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro – RJ , 1996.



MARTIN, Q. W. **Optimal design of water conveyance systems.** Journal of the Hydraulics Division, v. 106, n. 9, p. 1415 – 1433, 1980.

MURPHY, L. J.; SIMPSON, A. R. **Genetic algorithms in pipe network optimization.** University of Adelaide – Dept. of Civil and Envir. Engineering, Adelaide, 1992.

PLEBAN, S.; SHACAM, D.; LOFTIS, J. **Minimizing capital cost of mult-outlet pipelines.** Journal of irrigation and drainage engineering, v 110, n. 2, 1984.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica.** 2 ed. Publicação EESC – USP, São Carlos – SP, 2003.

QUINDRY, G. E. et al. **Optimization of looped water distribution systems.** Journal of the Environmental Engineering Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, v. 107, n. EE4, p. 665 – 679, 1981.

ROWELL, W. F.; BARNES, J. W. **Obtaining layout of water distribution systems.** Journal of the Hydraulic Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, v. 108, n. HY1, p. 137 – 148, 1982.

SAVIC, D. A.; WALTERS, G. A.; **Genetic Algorithms for least-cost design of water distribution network.** Journal of Water Resources Planning and Management, v. 123, n. 2, p. 67 – 77, 1997.

SHERALI, H. D.; SMITH, E. P. **A global optimization approach to a water distribution network design problem.** Journal of Global Optimization, v. 11, p. 107 – 132, 1997.

SHERALI, H. D.; TOTLANI, R.; LOGANATHAN, G. V. **Enhanced lower bounds for the global optimization of water distribution network.** Water Resources Research, v. 34, n. 7, p. 1831 – 1841, 1998.

SIMPSON, A. R.; DANDY, G. C.; MURPHY, L. J. **Genetic algorithms compared to other techniques for pipe optimization.** Journal of Water Resources Planning and Management, v. 120, n. 4, p. 423 – 443, 1994.

WALSKI, T. M. **State of the art: Pipe Network Optimization.** Buffalo: [s.n], 1985.

WALSKI, T. M. et al. **Battle of the network models: epilogue.** Journal of Water Resources Planning and Management, v. 113, n. 2, p. 191 – 203, 1987

WALSKI, T. M.; GESSLER, J.; SJOSTROM, J. W.; **Water distribution systems: simulation and sizing.** Chelsea: Lewis Publishers, 1990.

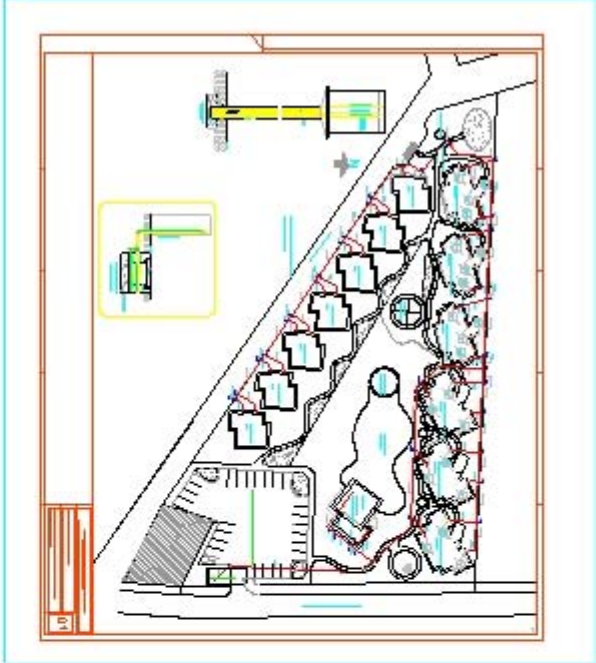
WALTERS, G. A. **Optimal design of pipe network: a review.** Proc. 1st. Int. Conf. On Comp. Methods and Water Resources. v. 2, p. 21 – 31, Morocco, 1988.

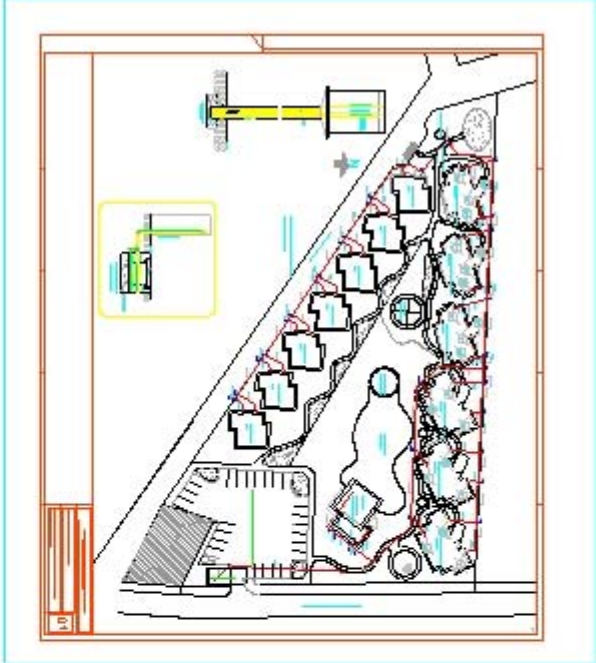
WALTERS, G. A.; CEMBROWICZ, R. G. **Optimal design of water distribution network.** Water supply systems, state of art and future trends. Computational Mechanics Publications, p. 91 – 117, Southampton, 1993.

WATANATADA, T. **Least-cost design of water distribution systems.** Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, v. 99, n. HY9, p. 1497 – 1513, 1973.

WOOD, D. J.; CHARLES, A. M. **Hydraulic network analysis using linear theory.** Journal of the Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, v. 98, n. 7, p. 1157 – 1170, 1972.

**APÊNDICE A – PLANTA BAIXA DA IMPLANTAÇÃO GERAL DA REDE DE  
DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO BÚZIOS TROPICAL**





**APÊNDICE C – PRESSÕES DOS TRECHOS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO  
PREDIAL DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO BÚZIOS TROPICAL  
DIMENSIONADA SEGUNDO A NORMA NBR 5626**

PRESSÕES DOS TRECHOS DA REDE PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA  
DO CONDOMÍNIO BÚZILUS TROPICAL

TRECHO ANTERIORES	TRECHO TA [i]	PREÇO	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO		VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO				PRESSÃO UNITÁRIA m/m	P.CARGA T.RETO m	P.CARGA CONEXÕES m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	PRESSÃO MÍNIMA m		
				UNIT.	ACUM.		EXT D[i]	ESP mm			INT mm	PERDAS LOCALIZ. J90°	J45°	TÉPD							TÉSL	EQUIV. TOT LT [i]
GUARITA	1	29,06	208,49	0,60	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-0,90	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,1038	0,8510	5,79	3,00		
PISCINA/ REST.	4	20,29	25,60	0,00	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	-1,31	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,2994	1,2625	4,28	1,00		
	3	4	20,05	6,19	1,00	0,300	25	1,7	21,6	0,82	-0,60	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,1736	0,6487	5,60	5,00		
	4	6	1,95	8,16	1,40	0,465	32	2,1	27,8	0,77	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,0283	0,0912	6,85	5,00		
	5	6	20,05	5,81	1,00	0,300	25	1,7	21,6	0,82	-0,60	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,1629	0,6380	5,71	5,00		
	6	8	4,92	29,28	2,40	0,553	40	2,4	35,2	0,57	-0,06	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,0209	0,0932	6,94	5,00		
	7	8	19,09	5,41	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	-1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,2037	0,5291	5,47	1,00		
	8	10	4,92	17,85	3,40	0,657	40	2,4	35,2	0,68	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,0596	0,0878	7,10	5,00		
	9	10	22,84	40,02	0,40	0,268	32	2,1	27,8	0,44	-1,14	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,0674	0,1854	5,86	5,00		
	10	11	2,69	34,91	4,80	0,710	40	2,4	35,2	0,73	-0,08	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,1334	0,2754	7,18	5,00		
HIDROM.	11																					
	13	7,94	93,46	10,24	10,24	0,960	40	2,4	35,2	0,99	0,26	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,0912	0,6969	7,54	2,00		
	12	13	30,47	69,16	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	1,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,2478	0,4496	1,34	1,00		
	13	15	4,92	106,97	0,00	0,00	1,260	40	2,4	35,2	1,29	0,40	19,00	0,00	1,00	0,00	1,1158	0,0881	1,2039	7,98	2,00	
	14	15	30,47	69,16	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	1,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,2478	0,4496	2,14	1,00		
	15	17	7,94	109,79	0,00	0,00	1,560	40	2,4	35,2	1,60	0,39	19,50	0,00	1,00	0,00	1,6642	0,2134	1,8775	8,78	2,00	
	16	17	28,44	61,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,20	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,2186	0,1916	0,4102	3,66	1,00	
	17	83	3,88	107,09	0,00	0,00	1,860	50	3,0	44,0	1,22	0,09	18,40	0,00	1,00	0,00	0,7402	0,3460	1,0861	10,27	2,00	
APTO. TIPO 01																						
	18	20	36,56	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,0052	0,0168	0,0474	3,53	2,50	
	19	20	20,85	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,1952	0,2803	0,4755	3,00	1,00	
	20	22	4,92	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	1,00	0,00	1,00	0,00	0,0064	0,0120	0,0183	4,58	3,00	
	21	22	18,61	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,0527	0,0580	0,2582	6,14	2,50	
	22	24	4,92	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,0121	0,0260	0,0181	0,0442	5,39	3,00
	23	24	20,85	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,1952	0,2803	0,4755	6,01	1,00	
	24	26	4,92	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	1,00	0,00	1,00	0,00	0,0117	0,0219	0,0336	7,59	3,00	
	25	26	18,61	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,0527	0,0580	0,2582	9,16	2,50	
	26	28	0,00	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,0185	0,0397	0,0849	0,1246	8,42	3,00
	27	28	21,33	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,0355	0,1952	0,5181	9,08	1,00	
	28	38	107,02	188,33	0,70	5,40	0,697	75	4,2	66,6	0,20	0,19	11,40	1,00	1,00	0,00	0,0115	0,0079	0,0194	10,70	3,00	
APTO. TIPO 01																						
	29	31	36,56	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	2,00	0,00	1,00	0,00	0,0052	0,0210	0,0515	3,17	2,50
	30	31	18,61	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,10	1,00	1,00	0,00	1,00	0,0527	0,0580	0,2582	5,76	2,50	
	31	33	4,92	4,50	1,10	2,20	0,445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,0095	0,0204	0,0347	5,02	2,00	
	32	33	20,85	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,0355	0,1952	0,5181	5,63	1,00	
	33	35	4,92	4,50	0,70	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	0,00	1,00	0,00	0,0121	0,0097	0,0181	0,0278	7,21	2,00
	34	35	18,61	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,0527	0,0580	0,2582	8,78	2,00	
	35	37	0,00	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,0160	0,0345	0,0737	0,1082	8,04	2,00
	36	37	21,33	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,0355	0,1952	0,5181	8,68	1,00	
	37	38	0,00	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	0,00	0,00	1,00	0,0185	0,1477	0,0849	0,2326	10,29	2,00
	38	50	17,15	130,03	0,00	0,00	1,350	60	3,3	53,4	0,60	0,23	11,20	0,00	0,00	1,00	0,0092	0,1025	0,0211	10,53	2,00	
TRECHO ANTERIORES	TRECHO TA [i]	PREÇO	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO		VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO				PRESSÃO UNITÁRIA m/m	P.CARGA T.RETO m	P.CARGA CONEXÕES m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	PRESSÃO MÍNIMA m		









166	167	26,20	39,37	0,70	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	10,10	19,75	8,07	0,0107	0,1033	0,1081	0,2114	0,2114	6,71	1,00
167	169	4,93	65,18	0,00	0,00	0,00	1,680	50	3,0	44,0	1,10	0,20	11,20	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,20	13,40	8,33	0,0337	0,3770	0,0741	0,4511	0,4511	8,07	7,00
<b>BANGALÓ 4</b>																															
168	169	26,20	32,44	0,70	1,10	0,70	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	10,10	18,05	8,33	0,0159	0,1264	0,1605	0,2869	0,2869	6,96	2,50
169	171	4,93	11,64	0,00	0,00	0,00	1,990	50	3,0	44,0	1,31	0,04	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,20	4,20	8,48	0,0453	0,0906	0,0996	0,1902	0,1902	8,33	6,00
170	171	26,20	39,37	0,70	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	10,10	19,75	8,48	0,0107	0,1033	0,1081	0,2114	0,2114	7,12	1,00
171	173	4,93	65,18	0,00	0,00	0,00	2,240	50	3,0	44,0	1,47	0,20	11,20	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,20	13,40	9,03	0,0557	0,6238	0,1225	0,7463	0,7463	8,48	7,00
<b>BANGALÓ 3</b>																															
172	173	26,20	32,44	0,70	1,10	0,70	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	10,10	18,05	9,03	0,0159	0,1264	0,1605	0,2869	0,2869	7,66	2,50
173	175	4,93	11,64	0,00	0,00	0,00	2,550	50	3,0	44,0	1,68	0,04	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,20	4,20	9,28	0,0899	0,1397	0,1537	0,2935	0,2935	9,03	6,00
174	175	26,20	39,37	0,70	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	10,10	19,75	9,28	0,0107	0,1033	0,1081	0,2114	0,2114	7,92	1,00
175	177	4,93	65,18	0,00	0,00	0,00	2,800	50	3,0	44,0	1,84	0,20	11,20	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,20	13,40	10,19	0,0823	0,9218	0,1811	1,1028	1,1028	9,28	7,00
<b>BANGALÓ 2</b>																															
176	177	26,20	32,44	0,70	1,10	0,70	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	10,10	18,05	10,19	0,0159	0,1264	0,1605	0,2869	0,2869	8,82	2,50
177	179	4,93	11,64	0,00	0,00	0,00	3,110	50	3,0	44,0	2,05	0,04	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,20	4,20	10,57	0,0989	0,1978	0,2176	0,4154	0,4154	10,19	6,00
178	179	26,20	39,37	0,70	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	10,10	19,75	10,57	0,0107	0,1033	0,1081	0,2114	0,2114	9,20	1,00
179	181	30,65	146,29	0,00	0,00	0,00	3,360	60	3,3	53,4	1,50	0,18	12,60	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	3,80	16,40	11,12	0,0451	0,5687	0,1715	0,7403	0,7403	10,57	7,00	
<b>BANGALÓ 1</b>																															
180	181	24,17	24,68	0,70	1,10	0,70	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,09	6,05	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	9,40	15,45	11,12	0,0159	0,0962	0,1494	0,2456	0,2456	9,79	2,50	
181	183	44,15	65,02	0,00	0,00	0,00	3,670	60	3,3	53,4	1,64	-0,02	5,60	0,00	2,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	5,30	10,90	11,72	0,0527	0,2950	0,2792	0,5742	0,5742	11,12	6,00
182	183	26,20	16,52	0,70	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,20	4,05	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	10,10	14,15	11,72	0,0107	0,0433	0,1081	0,1514	0,1514	10,37	1,00
183	184	84,73	125,39	0,00	0,00	0,00	3,920	60	3,3	53,4	1,75	0,18	10,80	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	13,30	24,10	12,97	0,0591	0,6384	0,7862	1,4247	1,4247	11,72	7,00	
<b>RESERV. SUPERIOR</b>																															
184	-	202,36	430,79	0,00	0,00	0,00	15,710	110	6,1	97,8	2,09	13,90	13,75	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	10,90	24,65	0,00	0,0379	0,5209	0,4129	0,9339	0,9339	12,97	11,00
<b>CUSTO</b>																															
10.899,50																															
4.057,08 6.842,42																															

<b>FOLGA</b>
<b>DE PRESSÃO</b>
m
2,79
3,28
0,60
1,85
0,71
1,94
4,47
2,10
0,86
2,18
5,54
0,34
5,98
1,14
6,78
2,66
8,27
1,03
2,00
1,58
3,64
2,39
5,01
4,59
6,68
5,42
8,08
7,70
0,67
3,26
3,02
4,63
5,21
6,28
6,04
7,68
8,29
8,63
<b>FOLGA</b>
<b>DE PRESSÃO</b>
m

0,59
1,56
2,13
3,20
2,95
4,57
5,15
6,22
5,98
7,64
8,28
8,42
0,60
3,19
2,95
4,56
5,14
6,21
5,97
7,61
8,22
8,46
0,81
1,78
2,56
3,42
3,17
4,79
5,37
6,44
6,20
7,98
8,48
8,64
1,09
3,69
3,45
5,05
5,63
6,70
6,46
<b>FOLGA</b>
<b>DE PRESSÃO</b>
m
8,10
8,72
8,96

9,26
0,98
3,81
3,57
6,87
6,63
2,13
5,17
5,76
8,20
8,83
9,11
9,45
2,67
5,71
6,30
8,74
9,37
1,52
4,35
4,10
7,41
7,17
9,65
10,12
2,06
4,89
4,65
7,95
7,71
3,21
6,25
5,84
9,28
8,91
<b>FOLGA</b>
<b>DE PRESSÃO</b>
m
9,20
9,53
3,00
6,05
6,13
9,07
9,20

1,86
4,68
4,44
7,74
7,50
9,99
10,45
2,02
4,64
4,50
7,90
7,66
3,17
6,21
5,80
9,23
8,86
9,15
9,48
3,06
6,11
5,69
9,13
8,76
1,92
4,74
4,50
7,80
7,56
10,05
10,51
<b>FOLGA</b>
<b>DE PRESSÃO</b>
m
3,54
1,39
5,03
0,39
3,51
1,38
5,08
0,44
3,99
1,86

5,71
1,07
4,46
2,33
6,12
1,48
5,16
3,03
6,92
2,28
6,32
4,19
8,20
3,57
7,29
5,12
9,37
4,72
1,97



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA  
OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA  
ESTUDO DE CASO: CONDOMÍNIO BUZIUZ TROPICAL

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO		DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.	QF [i]	l/s	EXT DI [i]	ESP	INT			REAL	EQUIV.	TOT L T [i]				
GUARITA																		
1	2	0,69	0,1	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,79	0,0065	0,01	6,38	
2	3	3,37	0,3	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	0,40	1,95	8,20	10,15	6,61	0,0217	0,22	6,79	
3	25	199,51	0,3	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-0,50	48,90	5,90	54,80	7,70	0,0107	0,59	6,61	
PISCINA / REST.																		
4	6	0,17	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	0,00	0,10	1,20	1,30	4,71	0,0355	0,05	4,66	
5	6	0,17	0,70	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	0,00	0,10	1,20	1,30	4,71	0,0651	0,08	4,63	
6	12	25,60	0,00	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	-0,88	14,80	5,00	19,80	6,88	0,0651	1,29	4,71	
7	9	3,15	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,82	3,60	5,42	6,01	0,0169	0,09	5,31	
8	9	1,30	0,30	0,60	0,232	25	1,7	21,6	0,63	-0,60	0,75	1,20	1,95	6,01	0,0310	0,06	5,34	
9	10	4,41	0,00	0,60	0,232	25	1,7	21,6	0,63	0,20	2,55	4,80	7,35	6,03	0,0310	0,23	6,01	
10	11	0,69	0,30	0,90	0,285	25	1,7	21,6	0,78	0,40	0,40	2,40	2,80	5,76	0,0442	0,12	6,03	
11	12	6,19	0,10	1,00	0,300	25	1,7	21,6	0,82	-0,60	3,58	7,20	10,78	6,88	0,0485	0,52	5,76	
12	18	8,16	1,40	2,40	0,465	32	2,1	27,8	0,77	0,00	2,00	3,10	5,10	7,04	0,0315	0,16	6,88	
13	15	2,77	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,60	2,90	4,50	6,20	0,0169	0,08	5,53	
14	15	3,41	0,30	0,60	0,232	25	1,7	21,6	0,63	-1,00	1,97	5,00	6,97	6,20	0,0310	0,22	4,99	
15	16	2,28	0,00	0,60	0,232	25	1,7	21,6	0,63	0,20	1,32	4,80	6,12	6,19	0,0310	0,19	6,20	
16	17	0,69	0,30	0,90	0,285	25	1,7	21,6	0,78	0,40	0,40	2,40	2,80	5,92	0,0442	0,12	6,19	
17	18	5,81	0,10	1,00	0,300	25	1,7	21,6	0,82	-0,60	3,36	7,40	10,76	7,04	0,0485	0,52	5,92	
18	22	29,28	2,40	3,40	0,553	40	2,4	35,2	0,57	-0,06	5,20	4,60	9,80	7,24	0,0139	0,14	7,04	
19	21	0,17	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	0,00	0,10	1,20	1,30	5,69	0,0355	0,05	5,64	
20	21	0,17	0,70	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	0,00	0,10	1,20	1,30	5,69	0,0651	0,08	5,60	
21	22	5,41	0,00	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	-1,10	3,13	3,80	6,93	7,24	0,0651	0,45	5,69	
22	24	17,85	3,40	4,80	0,657	40	2,4	35,2	0,68	-0,02	3,17	4,60	7,77	7,40	0,0188	0,15	7,24	
23	24	43,90	0,40	0,40	0,190	32	2,1	27,8	0,31	-2,24	10,76	3,60	14,36	7,40	0,0066	0,09	5,07	
24	25	34,91	4,80	5,20	0,684	40	2,4	35,2	0,70	-0,08	6,20	4,60	10,80	7,70	0,0202	0,22	7,40	
TRECHO ANTERIOR	TRECHO ANTERIOR	PREÇO	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC.	DES NIVEL	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON.	P.CARGA UNITÁRIA	P.CARGA TOTAL	PRESSÃO JUSANTE	
T [i]	TA [i]	PR [i]	UNIT.	ACUM.	l/s	EXT DI [i]	ESP	INT	m/s	m	REAL	EQUIV.	TOT L T [i]	m	m/m	m	m	

T [i]	TA [i]	PR [i]	UNIT.	ACUM.	l/s	mm	mm	mm	m/s	m	m	m	m	m	m/m	m	m
<b>HIDROM.</b>																	
25	27	93,46	9,61	9,61	0,930	40	2,4	35,2	0,96	0,26	16,60	7,60	24,20	8,28	0,0345	0,84	7,70
26	27	69,16	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	16,95	7,90	24,85	8,28	0,0146	0,36	1,72
27	29	106,97	0,00	0,00	1,230	40	2,4	35,2	1,26	0,40	19,00	6,60	25,60	9,32	0,0563	1,44	8,28
28	29	69,16	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	16,95	7,90	24,85	9,32	0,0146	0,36	2,76
29	31	113,49	0,00	0,00	1,530	50	3,0	44,0	1,01	0,39	19,50	11,80	31,30	9,82	0,0286	0,89	9,32
30	31	61,00	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,20	14,95	7,90	22,85	9,82	0,0146	0,33	3,29
31	187	213,62	0,00	0,00	1,830	60	3,3	53,4	0,82	0,09	18,40	12,50	30,90	10,21	0,0156	0,48	9,82
<b>APTO.</b>																	
<b>TIPO 01</b>			<b>BLOCO 03</b>			<b>COLUNA</b>			<b>AF 02</b>								
32	39	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	4,13	0,0355	0,39	2,64
33	36	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,84	0,0169	0,06	3,18
34	35	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,54	0,0065	0,01	3,13
35	36	1,38	0,30	0,30	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,84	0,0217	0,10	3,54
36	38	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	3,08	0,0355	0,24	3,84
37	38	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	3,08	0,0217	0,09	1,89
38	39	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	3,25	6,60	9,85	4,13	0,0052	0,05	3,08
39	47	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,97	0,0080	0,04	4,13
40	48	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	7,21	0,0355	0,39	5,72
41	44	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	6,43	0,0169	0,06	5,77
42	43	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,13	0,0065	0,01	5,72
43	44	1,38	0,30	0,30	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	6,43	0,0217	0,10	6,13
44	46	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,67	0,0355	0,24	6,43
45	46	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,67	0,0217	0,09	4,49
46	47	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,97	0,0527	0,30	5,67
47	48	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	7,21	0,0121	0,08	4,97
48	56	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	8,09	0,0146	0,08	7,21
49	57	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	10,36	0,0355	0,43	8,83
50	53	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	9,54	0,0169	0,06	8,88
51	52	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,24	0,0065	0,01	8,83
52	53	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	9,54	0,0217	0,10	9,24

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m			
53	55	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	0,0355	0,24
54	55	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	0,0217	0,09

55	56	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	8,09	0,0527	0,30	8,78
56	57	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	10,36	0,0185	0,12	8,09
57	82	188,33	0,70	5,40	0,697	75	4,2	66,6	0,20	0,19	11,40	9,30	20,70	10,19	0,0010	0,02	10,36
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 03</b>	<b>COLUNA AF 01</b>														
58	61	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,52	0,0169	0,06	2,86
59	60	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,22	0,0065	0,01	2,81
60	61	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,52	0,0217	0,10	3,22
61	63	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,77	0,0355	0,24	3,52
62	63	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,77	0,0217	0,09	1,58
63	71	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,62	0,0052	0,06	2,77
64	72	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,83	0,0355	0,39	5,34
65	68	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	6,08	0,0169	0,06	5,42
66	67	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,78	0,0065	0,01	5,37
67	68	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	6,08	0,0217	0,10	5,78
68	70	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,32	0,0355	0,24	6,08
69	70	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,32	0,0217	0,09	4,13
70	71	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,62	0,0527	0,30	5,32
71	72	12,10	1,10	2,20	0,445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,83	0,0095	0,06	4,62
72	80	4,50	0,70	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,70	0,0121	0,07	6,83
73	81	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,96	0,0355	0,43	8,43
74	77	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	9,15	0,0169	0,06	8,50
75	76	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,86	0,0065	0,01	8,45
76	77	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	9,15	0,0217	0,10	8,86
77	79	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	8,40	0,0355	0,24	9,15
78	79	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,40	0,0217	0,09	7,21
79	80	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,70	0,0527	0,30	8,40
80	81	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,96	0,0160	0,11	7,70
81	82	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	4,60	12,60	10,19	0,0185	0,23	9,96
82	109	185,02	0,00	0,00	1,350	75	4,2	66,6	0,39	0,23	11,20	7,80	19,00	10,02	0,0032	0,06	10,19

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT D[i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
APTO.	TIPO 01	BLOCO 02	COLUNA	AF - 02													
83	90	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	3,56	0,0355	0,39	2,07
84	87	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,26	0,0169	0,06	2,60
85	86	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	2,97	0,0065	0,01	2,56

86	87	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,26	0,0217	0,10	2,97
87	89	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,51	0,0355	0,24	3,26
88	89	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,32	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,51	0,0217	0,09	1,32
89	90	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,52	-1,00	3,25	6,60	9,85	3,56	0,0052	0,05	2,51
90	98	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,40	0,0080	0,04	3,56
91	99	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,63	0,0355	0,39	5,14
92	95	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,86	0,0169	0,06	5,20
93	94	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,56	0,0065	0,01	5,15
94	95	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,86	0,0217	0,10	5,56
95	97	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,10	0,0355	0,24	5,86
96	97	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,10	0,0217	0,09	3,91
97	98	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,40	0,0527	0,30	5,10
98	99	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,63	0,0121	0,08	4,40
99	107	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,51	0,0146	0,08	6,63
100	108	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,79	0,0355	0,43	8,25
101	104	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,11	0,0169	0,06	7,45
102	103	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,82	0,0065	0,01	7,40
103	104	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,11	0,0217	0,10	7,82
104	106	4,84	0,30	3,90	0,592	25	1,7	21,6	1,62	1,00	2,80	4,10	6,90	8,21	0,1595	1,10	8,11
105	106	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,21	0,0217	0,09	7,02
106	107	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,51	0,0527	0,30	8,21
107	108	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,79	0,0185	0,12	7,51
108	109	64,18	0,70	5,40	0,697	40	2,4	35,2	0,72	0,19	11,40	9,00	20,40	10,02	0,0208	0,43	9,79
109	134	132,16	0,00	0,00	2,050	75	4,2	66,6	0,59	0,16	8,00	7,80	15,80	9,97	0,0067	0,11	10,02
	<b>TIPO 01</b>																
	<b>BLOCO 02</b>																
	<b>COLUNA</b>																
	<b>AF 01</b>																
110	113	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,30	0,0169	0,06	2,64
111	112	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,00	0,0065	0,01	2,59
112	113	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,30	0,0217	0,10	3,00
113	115	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,54	0,0355	0,24	3,30
114	115	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,54	0,0217	0,09	1,35
115	123	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,40	0,0052	0,06	2,54
116	124	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,61	0,0355	0,39	5,12
117	120	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,85	0,0169	0,06	5,19
118	119	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,56	0,0065	0,01	5,15
119	120	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,85	0,0217	0,10	5,56
120	122	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,10	0,0355	0,24	5,85
121	122	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,10	0,0217	0,09	3,91
122	123	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,40	0,0527	0,30	5,10
123	124	12,10	1,10	2,20	0,445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,61	0,0095	0,06	4,40
124	132	4,50	0,70	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,48	0,0121	0,07	6,61
125	133	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,73	0,0355	0,43	8,20
126	129	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,93	0,0169	0,06	8,27
127	128	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,64	0,0065	0,01	8,22
128	129	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,93	0,0217	0,10	8,64
129	131	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	8,18	0,0355	0,24	8,93
130	131	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,18	0,0217	0,09	6,99

131	132	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,48	0,0527	0,30	8,18
132	133	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,73	0,0160	0,11	7,48
133	134	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	4,60	12,60	9,97	0,0185	0,23	9,73
134	161	185,02	0,00	0,00	2,700	75	4,2	66,6	0,78	0,23	11,20	7,80	19,00	9,94	0,0108	0,20	9,97
<b>TRECHO T [i]</b>	<b>TRECHO ANTERIOR TA [i]</b>	<b>PREÇO PR [i]</b>	<b>PESOS</b>		<b>VAZÃO QF [i]</b>	<b>DIÂMETRO</b>		<b>VELOC.</b>		<b>DES NIVEL</b>	<b>COMPRIMENTO</b>		<b>PRESSÃO DISPON.</b>	<b>P.CARGA UNITÁRIA</b>	<b>P.CARGA TOTAL</b>	<b>PRESSÃO JUSANTE</b>	
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 01</b>	<b>UNIT.</b>	<b>ACUM.</b>	<b>QF [i]</b>	<b>EXT DI [i]</b>	<b>ESP</b>	<b>INT</b>	<b>m/s</b>	<b>m</b>	<b>REAL</b>	<b>EQUIV.</b>	<b>TOT L [i]</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	
135	142	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	3,48	0,0355	0,39	1,99
136	139	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,18	0,0169	0,06	2,52
137	138	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	2,89	0,0065	0,01	2,48
138	139	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,18	0,0217	0,10	2,89
139	141	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,43	0,0355	0,24	3,18
140	141	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,43	0,0217	0,09	1,24
141	142	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	3,25	6,60	9,85	3,48	0,0052	0,05	2,43
142	150	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,32	0,0080	0,04	3,48
143	151	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,55	0,0355	0,39	5,06
144	147	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,78	0,0169	0,06	5,12
145	146	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,48	0,0065	0,01	5,07
146	147	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,78	0,0217	0,10	5,48
147	149	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,02	0,0355	0,24	5,78
148	149	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,02	0,0217	0,09	3,83
149	150	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,32	0,0527	0,30	5,02
150	151	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,55	0,0121	0,08	4,32
151	159	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,43	0,0146	0,08	6,55
152	160	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,71	0,0355	0,43	8,17
153	156	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,03	0,0169	0,06	7,37
154	155	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,74	0,0065	0,01	7,32
155	156	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,03	0,0217	0,10	7,74
156	158	4,84	0,30	3,90	0,592	25	1,7	21,6	1,62	1,00	2,80	4,10	6,90	8,13	0,1595	1,10	8,03
157	158	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,13	0,0217	0,09	6,94
158	159	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,43	0,0527	0,30	8,13
159	160	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,71	0,0185	0,12	7,43
160	161	64,18	0,70	5,40	0,697	40	2,4	35,2	0,72	0,19	11,40	9,00	20,40	9,94	0,0208	0,43	9,71
161	166	132,16	0,00	0,00	3,400	75	4,2	66,6	0,98	0,16	8,00	7,80	15,80	10,04	0,0161	0,25	9,94
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 01</b>	<b>COLUNA</b>	<b>AF 01</b>													
162	165	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,36	0,0169	0,06	2,70
163	164	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,06	0,0065	0,01	2,65
164	165	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,36	0,0217	0,10	3,06
165	167	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,60	0,0355	0,24	3,36
166	167	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,60	0,0217	0,09	2,42
167	175	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,46	0,0052	0,06	1,60
168	176	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,67	0,0355	0,39	5,18
169	172	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,91	0,0169	0,06	5,26



208	210	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	6,79	0,0355	0,41	2,18
209	210	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	6,79	0,0355	0,25	5,29
210	212	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	9,86	0,0196	0,12	6,79
211	212	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	9,86	0,0355	0,29	8,32
212	213	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	10,15	0,0280	0,29	9,86
213	214	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	10,41	0,0378	0,26	10,15
214	241	317,46	0,00	0,00	6,860	85	4,7	75,6	1,53	0,33	15,60	11,90	27,50	10,91	0,0302	0,83	10,41

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m					TOT L [i] m
APTO.	TIPO 02	BLOCO 03	COLUNA	AF 02													
215	217	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	7,16	0,0355	0,41	2,55
216	217	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	7,16	0,0355	0,25	5,66
217	219	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	10,23	0,0196	0,12	7,16
218	219	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	10,23	0,0355	0,29	8,69
219	240	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	10,52	0,0280	0,29	10,23

APTO.	TIPO 02	BLOCO 03	COLUNA	AF - 01													
220	221	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,21	0,0065	0,01	2,80
221	223	2,63	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,52	4,10	5,62	3,53	0,0217	0,12	3,21
222	223	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	3,53	0,0169	0,05	2,88
223	225	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	2,71	0,0355	0,18	3,53
224	225	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	2,71	0,0217	0,09	1,52
225	232	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	4,81	0,0159	0,15	2,71
226	227	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,04	0,0065	0,01	5,63
227	229	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	6,36	0,0217	0,12	6,04
228	229	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	6,36	0,0169	0,05	5,71
229	231	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	5,54	0,0355	0,18	6,36
230	231	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	5,54	0,0217	0,09	4,35
231	232	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	4,81	0,0527	0,27	5,54
232	239	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	7,94	0,0292	0,18	4,81
233	234	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,17	0,0065	0,01	8,76
234	236	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	9,49	0,0217	0,12	9,17
235	236	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	9,49	0,0169	0,05	8,84
236	238	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	8,66	0,0355	0,18	9,49
237	238	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	8,66	0,0217	0,09	7,48
238	239	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	7,94	0,0527	0,27	8,66
239	240	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	10,52	0,0416	0,43	7,94
240	241	39,41	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,05	7,00	4,60	11,60	10,91	0,0378	0,44	10,52
241	268	93,61	0,00	0,00	7,840	85	4,7	75,6	1,75	0,08	4,60	11,90	16,50	11,45	0,0381	0,63	10,91

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 02</b>	<b>BLOCO 02</b>	<b>COLUNA AF - 04</b>														
242	243	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,89	0,0065	0,01	3,48
243	245	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	4,21	0,0217	0,12	3,89
244	245	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	4,21	0,0169	0,05	3,56
245	247	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	3,39	0,0355	0,18	4,21
246	247	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	3,39	0,0217	0,09	2,20
247	254	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	5,49	0,0159	0,15	3,39
248	249	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,72	0,0065	0,01	6,31
249	251	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	7,04	0,0217	0,12	6,72
250	251	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	7,04	0,0169	0,05	6,39
251	253	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	6,22	0,0355	0,18	7,04
252	253	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	6,22	0,0217	0,09	5,03
253	254	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	5,49	0,0527	0,27	6,22
254	261	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	8,62	0,0292	0,18	5,49
255	256	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,85	0,0065	0,01	9,44
256	258	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	10,17	0,0217	0,12	9,85
257	258	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	10,17	0,0169	0,05	9,52
258	260	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	9,34	0,0355	0,18	10,17
259	260	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	9,34	0,0217	0,09	8,16
260	261	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	8,62	0,0527	0,27	9,34
261	267	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	11,20	0,0416	0,43	8,62
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 02</b>	<b>BLOCO 02</b>	<b>COLUNA AF 03</b>														
262	264	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	7,84	0,0355	0,41	3,23
263	264	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	7,84	0,0355	0,25	6,34
264	266	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	10,91	0,0196	0,12	7,84
265	266	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	10,91	0,0355	0,29	9,37
266	267	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	11,20	0,0280	0,29	10,91
267	268	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	11,45	0,0378	0,26	11,20
268	295	488,75	0,00	0,00	8,820	110	6,1	97,8	1,17	0,33	15,60	12,60	28,20	11,51	0,0138	0,39	11,45



TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT. COLUMNA	ACUM. AF 02		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m				
269	TIPO 02	BLOCO 02	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	0,0355	0,41	3,16
270	271	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	0,0355	0,25	6,27
271	273	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	0,0196	0,12	7,77
272	273	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	0,0355	0,29	9,29
273	294	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	0,0280	0,29	10,84
<b>BLOCO 02 COLUMNA AF - 01</b>																
274	TIPO 02	BLOCO 02	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	3,41
275	277	2,63	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,52	4,10	5,62	0,0217	0,12	3,82
276	277	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	3,49
277	279	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	4,14
278	279	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	2,13
279	286	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	0,0159	0,15	3,32
280	281	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	6,24
281	283	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	0,0217	0,12	6,65
282	283	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	6,32
283	285	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	6,97
284	285	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	4,96
285	286	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	0,0527	0,27	6,15
286	293	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	0,0292	0,18	5,42
287	288	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	9,36
288	290	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	0,0217	0,12	9,77
289	290	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	9,44
290	292	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	10,10
291	292	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	8,09
292	293	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	0,0527	0,27	9,27
293	294	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	0,0416	0,43	8,55
294	295	39,41	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,05	7,00	4,60	11,60	0,0378	0,44	11,12
295	322	109,66	0,00	0,00	9,800	110	6,1	97,8	1,30	0,07	3,50	12,60	16,10	0,0166	0,27	11,51

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
APTO.	TIPO 02	BLOCO 01	COLUNA AF - 04														
296	297	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	4,15	0,0065	0,01	3,74
297	299	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	4,47	0,0217	0,12	4,15
298	299	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	4,47	0,0169	0,05	3,82
299	301	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	3,65	0,0355	0,18	4,47
300	301	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	3,65	0,0217	0,09	2,46
301	308	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	5,75	0,0159	0,15	3,65
302	303	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,98	0,0065	0,01	6,57
303	305	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	7,30	0,0217	0,12	6,98
304	305	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	7,30	0,0169	0,05	6,65
305	307	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	6,47	0,0355	0,18	7,30
306	307	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	6,47	0,0217	0,09	5,29
307	308	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	5,75	0,0527	0,27	6,47
308	315	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	8,87	0,0292	0,18	5,75
309	310	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	10,10	0,0065	0,01	9,69
310	312	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	10,42	0,0217	0,12	10,10
311	312	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	10,42	0,0169	0,05	9,77
312	314	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	9,60	0,0355	0,18	10,42
313	314	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	9,60	0,0217	0,09	8,41
314	315	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	8,87	0,0527	0,27	9,60
315	321	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	11,45	0,0416	0,43	8,87
APTO.	TIPO 02	BLOCO 01	COLUNA AF 03														
316	318	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	8,10	0,0355	0,41	3,49
317	318	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	8,10	0,0355	0,25	6,60
318	320	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	11,17	0,0196	0,12	8,10
319	320	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	11,17	0,0355	0,29	9,62
320	321	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	11,45	0,0280	0,29	11,17
321	322	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	11,71	0,0378	0,26	11,45
322	349	488,75	0,00	0,00	10,780	110	6,1	97,8	1,43	0,33	15,60	12,60	28,20	11,93	0,0196	0,55	11,71

TRECHO	PESOS	VAZÃO	DIÂMETRO	VELOC.	DES	COMPRIMENTO	PRESSÃO	P.CARGA	PRESSÃO
--------	-------	-------	----------	--------	-----	-------------	---------	---------	---------





383	385	11,64	0,00	0,00	1,990	50	3,0	44,0	1,31	0,04	2,00	10,50	12,50	7,05	0,0453	0,57	6,52
384	385	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	7,05	0,0107	0,15	5,74
385	392	65,18	0,00	0,00	2,240	50	3,0	44,0	1,47	0,20	11,20	10,50	21,70	8,06	0,0557	1,21	7,05
<b>BANGALÔ 3</b>																	
386	387	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,16	0,0065	0,01	6,75
387	389	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	7,51	0,0217	0,15	7,16
388	389	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	7,51	0,0169	0,01	6,90
389	391	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	6,73	0,0355	0,22	7,51
390	391	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	6,73	0,0217	0,08	5,55
391	392	32,44	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	7,80	15,75	8,06	0,0159	0,25	6,73
392	394	23,22	0,00	0,00	2,550	60	3,3	53,4	1,14	0,04	2,00	11,00	13,00	8,38	0,0279	0,36	8,06
393	394	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	8,38	0,0107	0,15	7,08
394	401	130,03	0,00	0,00	2,800	60	3,3	53,4	1,25	0,20	11,20	11,00	22,20	8,92	0,0328	0,73	8,38
<b>BANGALÔ 2</b>																	
395	396	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,02	0,0065	0,01	7,61
396	398	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	8,37	0,0217	0,15	8,02
397	398	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	8,37	0,0169	0,01	7,76
398	400	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	7,59	0,0355	0,22	8,37
399	400	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	7,59	0,0217	0,08	6,40
400	401	32,44	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	7,80	15,75	8,92	0,0159	0,25	7,59
401	403	23,22	0,00	0,00	3,110	60	3,3	53,4	1,39	0,04	2,00	11,00	13,00	9,39	0,0394	0,51	8,92
402	403	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	9,39	0,0107	0,15	8,08
403	410	146,29	0,00	0,00	3,360	60	3,3	53,4	1,50	0,18	12,60	12,50	25,10	10,34	0,0451	1,13	9,39

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	PRESSÃO JUSANTE m		
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m				TOT L T [i] m	
BANGALÔ 404	1																
405	405	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,47	0,0065	0,01	9,06
406	407	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	9,82	0,0217	0,15	9,47
407	407	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	9,82	0,0169	0,01	9,21
408	409	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	9,04	0,0355	0,22	9,82
409	409	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	9,04	0,0217	0,08	7,85
410	410	24,68	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,09	6,05	7,10	13,15	10,34	0,0159	0,21	9,04
411	412	65,02	0,00	0,00	3,670	60	3,3	53,4	1,64	-0,02	5,60	14,00	19,60	11,39	0,0527	1,03	10,34
412	412	16,52	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,20	4,05	4,80	8,85	11,39	0,0107	0,09	10,10
413	413	125,39	0,00	0,00	3,920	60	3,3	53,4	1,75	0,18	10,80	12,50	23,30	12,59	0,0591	1,38	11,39
RESERV. SUPERIOR 413	-	430,79	0,00	0,00	15,680	110	6,1	97,8	2,09	13,90	13,75	20,90	34,65	0,00	0,0378	1,31	12,59

R\$ 7.870,76

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
5,38	1
5,79	2
5,61	3
3,66	4
3,63	5
3,71	6
4,31	7
4,34	8
5,01	9
5,03	10
4,76	11
5,88	12
4,53	13
3,99	14
5,20	15
5,19	16
4,92	17
6,04	18
4,64	19
4,60	20
4,69	21
6,24	22
4,07	23
6,40	24

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]

m	
6,70	25
0,72	26
7,28	27
1,76	28
8,32	29
2,29	30
8,82	31
1,64	32
2,18	33
2,13	34
2,54	35
2,84	36
0,89	37
2,08	38
3,13	39
4,72	40
4,77	41
4,72	42
5,13	43
5,43	44
3,49	45
4,67	46
3,97	47
6,21	48
7,83	49
7,88	50
7,83	51
8,24	52
<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
8,54	53
6,60	54

7,78	55
7,09	56
9,36	57
1,86	58
1,81	59
2,22	60
2,52	61
0,58	62
1,77	63
4,34	64
4,42	65
4,37	66
4,78	67
5,08	68
3,13	69
4,32	70
3,62	71
5,83	72
7,43	73
7,50	74
7,45	75
7,86	76
8,15	77
6,21	78
7,40	79
6,70	80
8,96	81
9,19	82

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
1,07	83
1,60	84
1,56	85



1,97	86
2,26	87
0,32	88
1,51	89
2,56	90
4,14	91
4,20	92
4,15	93
4,56	94
4,86	95
2,91	96
4,10	97
3,40	98
5,63	99
7,25	100
6,45	101
6,40	102
6,82	103
7,11	104
6,02	105
7,21	106
6,51	107
8,79	108
9,02	109
1,64	110
1,59	111
2,00	112
2,30	113
0,35	114
1,54	115
4,12	116
4,19	117
4,15	118
4,56	119
4,85	120
2,91	121
4,10	122
3,40	123
5,61	124
7,20	125
7,27	126
7,22	127
7,64	128
7,93	129
5,99	130

7,18	131
6,48	132
8,73	133
8,97	134

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
0,99	135
1,52	136
1,48	137
1,89	138
2,18	139
0,24	140
1,43	141
2,48	142
4,06	143
4,12	144
4,07	145
4,48	146
4,78	147
2,83	148
4,02	149
3,32	150
5,55	151
7,17	152
6,37	153
6,32	154
6,74	155
7,03	156
5,94	157
7,13	158
6,43	159
8,71	160
8,94	161
1,70	162
1,65	163
2,06	164
2,36	165
0,42	166
1,60	167
4,18	168
4,26	169

4,21	170
4,62	171
4,91	172
2,97	173
4,16	174
3,46	175
5,67	176
7,26	177
7,34	178
7,29	179
7,70	180
7,99	181
6,05	182
7,24	183
6,54	184
8,80	185
9,04	186
9,21	187

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
1,43	188
1,84	189
1,51	190
2,16	191
0,15	192
1,34	193
4,26	194
4,67	195
4,34	196
4,99	197
2,98	198
4,17	199
3,44	200
7,39	201
7,80	202
7,47	203
8,12	204
6,11	205
7,30	206
6,57	207

1,18	208
4,29	209
5,79	210
7,32	211
8,86	212
9,15	213
9,41	214

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
1,55	215
4,66	216
6,16	217
7,69	218
9,23	219

1,80	220
2,21	221
1,88	222
2,53	223
0,52	224
1,71	225
4,63	226
5,04	227
4,71	228
5,36	229
3,35	230
4,54	231
3,81	232
7,76	233
8,17	234
7,84	235
8,49	236
6,48	237
7,66	238
6,94	239
9,52	240
9,91	241

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,48	242
2,89	243
2,56	244
3,21	245
1,20	246
2,39	247
5,31	248
5,72	249
5,39	250
6,04	251
4,03	252
5,22	253
4,49	254
8,44	255
8,85	256
8,52	257
9,17	258
7,16	259
8,34	260
7,62	261
2,23	262
5,34	263
6,84	264
8,37	265
9,91	266
10,20	267
10,45	268

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,16	269
5,27	270
6,77	271
8,29	272
9,84	273

2,41	274
2,82	275
2,49	276
3,14	277
1,13	278
2,32	279
5,24	280
5,65	281
5,32	282
5,97	283
3,96	284
5,15	285
4,42	286
8,36	287
8,77	288
8,44	289
9,10	290
7,09	291
8,27	292
7,55	293
10,12	294
10,51	295

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,74	296
3,15	297
2,82	298
3,47	299
1,46	300
2,65	301
5,57	302
5,98	303
5,65	304
6,30	305
4,29	306
5,47	307
4,75	308
8,69	309
9,10	310
8,77	311
9,42	312
7,41	313
8,60	314
7,87	315
2,49	316
5,60	317
7,10	318
8,62	319
10,17	320
10,45	321
10,71	322

FOLGA	TRECHO
-------	--------

DE PRESSÃO	T [i]
m	
2,58	323
5,69	324
7,19	325
8,71	326
10,26	327

2,83	328
3,24	329
2,91	330
3,56	331
1,55	332
2,74	333
5,66	334
6,07	335
5,74	336
6,39	337
4,38	338
5,57	339
4,84	340
8,78	341
9,19	342
8,86	343
9,52	344
7,51	345
8,69	346
7,97	347
10,54	348
10,93	349

FOLGA	TRECHO
DE PRESSÃO	T [i]
m	



3,09	350
3,50	351
3,24	352
3,86	353
1,89	354
3,07	355
4,40	356
3,09	357
4,39	358
3,14	359
3,55	360
3,29	361
3,91	362
1,94	363
3,12	364
4,45	365
3,24	366
4,54	367
3,40	368
3,81	369
3,55	370
4,16	371
2,19	372
3,38	373
4,71	374
3,68	375
4,99	376

<b>FOLGA</b>	<b>TRECHO</b>
<b>DE PRESSÃO</b>	<b>T [i]</b>
m	
4,21	377
4,62	378
4,36	379
4,98	380
3,01	381
4,19	382

5,52	383
4,74	384
6,05	385
5,75	386
6,16	387
5,90	388
6,51	389
4,55	390
5,73	391
7,06	392
6,08	393
7,38	394
6,61	395
7,02	396
6,76	397
7,37	398
5,40	399
6,59	400
7,92	401
7,08	402
8,39	403

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
8,06	404
8,47	405
8,21	406
8,82	407
6,85	408
8,04	409
9,34	410
9,10	411
10,39	412

11,59
-------

AR PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA.  
TABELA DE PRESSÕES  
PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO CÂNDIDO PORTINARI  
OBRA: CONDOMÍNIO CÂNDIDO PORTINARI

COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO	DIÂMETRO			VELOC.	PÉ ESQ.	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON.	P. CARGA UNITÁRIA	TOTAL	PRESSÃO JUSANTE
		UNIT.	ACUM.		EXT	ESP	INT			REAL	EQUIV.	TOTAL				
AQ-01	OA	0	76,80	2,629	54	4,9	44,2	1,71	0	3,70	27,60	31,30	2,55	0,0684	2,14	0,41
	AB	6	76,80	2,629	54	4,9	44,2	1,71	3,08	3,08	7,60	10,68	0,41	0,0684	0,73	2,76
	BC	6	90,00	2,846		54	4,9	44,2	1,85	2,88	2,88	10,48	2,76	0,0786	0,82	4,82
	CD	6	84,00	2,750		54	4,9	44,2	1,79	2,88	2,88	10,48	4,82	0,0739	0,77	6,92
	DE	6	78,00	2,650		54	4,9	44,2	1,73	2,88	2,88	10,18	6,92	0,0693	0,71	9,10
	EF	6	72,00	2,546		54	4,9	44,2	1,66	2,88	2,88	10,18	9,10	0,0646	0,66	11,32
	FG	6	66,00	2,437		42	3,8	34,4	2,62	2,88	2,88	10,18	11,32	0,1970	2,01	12,19
	GH	6	60,00	2,324		42	3,8	34,4	2,50	2,88	2,88	10,18	12,19	0,1812	1,84	13,23
	HI	6	54,00	2,205		42	3,8	34,4	2,37	2,88	2,88	10,18	13,23	0,1652	1,68	14,43
	IJ	6	48,00	2,078		42	3,8	34,4	2,24	2,88	2,88	10,18	14,43	0,1491	1,52	15,79
	JK	6	42,00	1,944		42	3,8	34,4	2,09	2,88	2,88	10,18	15,79	0,1326	1,35	17,32
	KL	6	36,00	1,800		42	3,8	34,4	1,94	2,88	2,88	10,18	17,32	0,1159	1,18	8,00
	LM	6	30,00	1,643		42	3,8	34,4	1,77	2,88	2,88	10,18	8,00	0,0988	1,01	9,87
	MN	6	24,00	1,470		42	3,8	34,4	1,58	2,88	2,88	7,48	9,87	0,0813	0,61	12,15
	NO	6	18,00	1,273		35	3,2	28,6	1,98	2,88	2,88	7,48	12,15	0,1519	1,14	13,89
	OP	6	12,00	1,039		35	3,2	28,6	1,62	2,88	2,88	7,48	13,89	0,1065	0,80	15,97
PQ	6	6,00	0,735		35	3,2	28,6	1,14	2,88	2,88	7,48	15,97	0,0581	0,43	18,42	

VÁLV. RED. PRESSÃO

0

**APÊNDICE D – PRESSÕES DOS TRECHOS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO  
PREDIAL DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO BÚZIOS TROPICAL PARA A  
SOLUÇÃO PRÉVIA**



T [i]	TA [i]	PR [i]	UNIT.	ACUM.	l/s	mm	mm	mm	m/s	m	m	m	m	m	m/m	m	m
<b>HIDROM.</b>																	
25	27	93,46	9,61	9,61	0,930	40	2,4	35,2	0,96	0,26	16,60	7,60	24,20	8,28	0,0345	0,84	7,70
26	27	69,16	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	16,95	7,90	24,85	8,28	0,0146	0,36	1,72
27	29	106,97	0,00	0,00	1,230	40	2,4	35,2	1,26	0,40	19,00	6,60	25,60	9,32	0,0563	1,44	8,28
28	29	69,16	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	16,95	7,90	24,85	9,32	0,0146	0,36	2,76
29	31	113,49	0,00	0,00	1,530	50	3,0	44,0	1,01	0,39	19,50	11,80	31,30	9,82	0,0286	0,89	9,32
30	31	61,00	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,20	14,95	7,90	22,85	9,82	0,0146	0,33	3,29
31	187	213,62	0,00	0,00	1,830	60	3,3	53,4	0,82	0,09	18,40	12,50	30,90	10,21	0,0156	0,48	9,82
<b>APTO.</b>																	
<b>TIPO 01 BLOCO 03 COLUNA AF 02</b>																	
32	39	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	4,13	0,0355	0,39	2,64
33	36	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,84	0,0169	0,06	3,18
34	35	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,54	0,0065	0,01	3,13
35	36	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,84	0,0217	0,10	3,54
36	38	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	3,08	0,0355	0,24	3,84
37	38	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	3,08	0,0217	0,09	1,89
38	39	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	3,25	6,60	9,85	4,13	0,0052	0,05	3,08
39	47	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,97	0,0080	0,04	4,13
40	48	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	7,21	0,0355	0,39	5,72
41	44	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	6,43	0,0169	0,06	5,77
42	43	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,13	0,0065	0,01	5,72
43	44	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	6,43	0,0217	0,10	6,13
44	46	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,67	0,0355	0,24	6,43
45	46	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,67	0,0217	0,09	4,49
46	47	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,97	0,0527	0,30	5,67
47	48	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	7,21	0,0121	0,08	4,97
48	56	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	8,09	0,0146	0,08	7,21
49	57	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	10,36	0,0355	0,43	8,83
50	53	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	9,54	0,0169	0,06	8,88
51	52	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,24	0,0065	0,01	8,83
52	53	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	9,54	0,0217	0,10	9,24

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m			
53	55	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	0,0355	0,24
54	55	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	0,0217	0,09

55	56	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	8,09	0,0527	0,30	8,78
56	57	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	10,36	0,0185	0,12	8,09
57	82	188,33	0,70	5,40	0,697	75	4,2	66,6	0,20	0,19	11,40	9,30	20,70	10,19	0,0010	0,02	10,36
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 03</b>	<b>COLUNA AF 01</b>														
58	61	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,52	0,0169	0,06	2,86
59	60	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,22	0,0065	0,01	2,81
60	61	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,52	0,0217	0,10	3,22
61	63	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,77	0,0355	0,24	3,52
62	63	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,77	0,0217	0,09	1,58
63	71	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,62	0,0052	0,06	2,77
64	72	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,83	0,0355	0,39	5,34
65	68	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	6,08	0,0169	0,06	5,42
66	67	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,78	0,0065	0,01	5,37
67	68	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	6,08	0,0217	0,10	5,78
68	70	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,32	0,0355	0,24	6,08
69	70	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,32	0,0217	0,09	4,13
70	71	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,62	0,0527	0,30	5,32
71	72	12,10	1,10	2,20	0,445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,83	0,0095	0,06	4,62
72	80	4,50	0,70	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,70	0,0121	0,07	6,83
73	81	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,96	0,0355	0,43	8,43
74	77	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	9,15	0,0169	0,06	8,50
75	76	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,86	0,0065	0,01	8,45
76	77	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	9,15	0,0217	0,10	8,86
77	79	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	8,40	0,0355	0,24	9,15
78	79	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,40	0,0217	0,09	7,21
79	80	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,70	0,0527	0,30	8,40
80	81	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,96	0,0160	0,11	7,70
81	82	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	4,60	12,60	10,19	0,0185	0,23	9,96
82	109	185,02	0,00	0,00	1,350	75	4,2	66,6	0,39	0,23	11,20	7,80	19,00	10,02	0,0032	0,06	10,19

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
APTO.	TIPO 01	BLOCO 02	COLUNA	AF - 02													
83	90	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	3,56	0,0355	0,39	2,07
84	87	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,26	0,0169	0,06	2,60
85	86	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	2,97	0,0065	0,01	2,56

86	87	1.38	0.30	0.40	0.190	25	1,7	21,6	0.52	-0,20	0.80	3,60	4,40	3,26	0.0217	0.10	2,97
87	89	4,84	0.30	0.70	0.251	25	1,7	21,6	0.68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,51	0.0355	0.24	3,26
88	89	2,42	0.40	0.40	0.190	25	1,7	21,6	0.32	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,51	0.0217	0.09	1,32
89	90	18,30	0.70	1,10	0.315	40	2,4	35,2	0.52	-1,00	3,25	6,60	9,85	3,56	0.0052	0.05	2,51
90	98	4,50	0.70	1,80	0.402	40	2,4	35,2	0.41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,40	0.0080	0.04	3,56
91	99	9,52	0.70	0,70	0.251	25	1,7	21,6	0.68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,63	0.0355	0.39	5,14
92	95	2,96	0.30	0.30	0.164	25	1,7	21,6	0.45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,86	0.0169	0.06	5,20
93	94	0,69	0.10	0,10	0.095	25	1,7	21,6	0.26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,56	0.0065	0.01	5,15
94	95	1,38	0.30	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0.52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,86	0.0217	0.10	5,56
95	97	4,84	0.30	0,70	0.251	25	1,7	21,6	0.68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,10	0.0355	0.24	5,86
96	97	2,42	0.40	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0.32	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,51	0.0217	0.09	3,91
97	98	1,90	0.70	1,10	0.315	25	1,7	21,6	0.86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,40	0.0527	0.30	5,10
98	99	12,10	1,80	2,90	0.511	40	2,4	35,2	0.52	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,63	0.0121	0.08	4,40
99	107	4,50	0.70	3,60	0.569	40	2,4	35,2	0.58	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,51	0.0146	0.08	6,63
100	108	9,52	0.70	0,70	0.251	25	1,7	21,6	0.68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,79	0.0355	0.43	8,25
101	104	2,96	0.30	0,30	0.164	25	1,7	21,6	0.45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,11	0.0169	0.06	7,45
102	103	0,69	0.10	0,10	0.095	25	1,7	21,6	0.26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,82	0.0065	0.01	7,40
103	104	1,38	0.30	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0.52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,11	0.0217	0.10	7,82
104	106	4,84	0.30	3,90	0.592	25	1,7	21,6	1,62	1,00	2,80	4,10	6,90	8,21	0.1595	1,10	8,11
105	106	2,42	0.40	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0.52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,21	0.0217	0.09	7,02
106	107	1,90	0.70	1,10	0.315	25	1,7	21,6	0.86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,51	0.0527	0.30	8,21
107	108	12,10	3,60	4,70	0.650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,79	0.0185	0.12	7,51
108	109	64,18	0,70	5,40	0.697	40	2,4	35,2	0,72	0,19	11,40	9,00	20,40	10,02	0.0208	0,43	9,79
109	134	132,16	0,00	0,00	2,050	75	4,2	66,6	0,59	0,16	8,00	7,80	15,80	9,97	0,0067	0,11	10,02
	<b>TIPO 01</b>		<b>BLOCO 02</b>		<b>COLUNA</b>												
					<b>AF 01</b>												
110	113	2,96	0.30	0,30	0.164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,30	0,0169	0,06	2,64
111	112	0,69	0.10	0,10	0.095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,00	0,0065	0,01	2,59
112	113	1,38	0.30	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,30	0,0217	0,10	3,00
113	115	4,84	0.30	0,70	0.251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,54	0,0355	0,24	3,30
114	115	2,42	0.40	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,54	0,0217	0,09	1,35
115	123	22,80	0,70	1,10	0.315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,40	0,0052	0,06	2,54
116	124	9,52	0.70	0,70	0.251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,61	0,0355	0,39	5,12
117	120	2,96	0.30	0,30	0.164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,85	0,0169	0,06	5,19
118	119	0,69	0.10	0,10	0.095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,56	0,0065	0,01	5,15
119	120	1,38	0.30	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,85	0,0217	0,10	5,56
120	122	4,84	0.30	0,70	0.251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,10	0,0355	0,24	5,85
121	122	2,42	0.40	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,10	0,0217	0,09	3,91
122	123	1,90	0.70	1,10	0.315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,40	0,0527	0,30	5,10
123	124	12,10	1,10	2,20	0.445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,61	0,0095	0,06	4,40
124	132	4,50	0.70	2,90	0.511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,48	0,0121	0,07	6,61
125	133	9,52	0.70	0,70	0.251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,73	0,0355	0,43	8,20
126	129	2,96	0.30	0,30	0.164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,93	0,0169	0,06	8,27
127	128	0,69	0.10	0,10	0.095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,64	0,0065	0,01	8,22
128	129	1,38	0.30	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,93	0,0217	0,10	8,64
129	131	4,84	0.30	0,70	0.251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	8,18	0,0355	0,24	8,93
130	131	2,42	0.40	0,40	0.190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,18	0,0217	0,09	6,99



131	132	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,48	0,0527	0,30	8,18
132	133	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,73	0,0160	0,11	7,48
133	134	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	4,60	12,60	9,97	0,0185	0,23	9,73
134	161	185,02	0,00	0,00	2,700	75	4,2	66,6	0,78	0,23	11,20	7,80	19,00	9,94	0,0108	0,20	9,97
<b>TRECHO T [i]</b>	<b>TRECHO ANTERIOR TA [i]</b>	<b>PREÇO PR [i]</b>	<b>PESOS</b>		<b>VAZÃO QF [i]</b>	<b>DIÂMETRO</b>		<b>VELOC.</b>		<b>DES NIVEL</b>	<b>COMPRIMENTO</b>		<b>PRESSÃO DISPON.</b>	<b>P.CARGA UNITÁRIA</b>	<b>P.CARGA TOTAL</b>	<b>PRESSÃO JUSANTE</b>	
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 01</b>	<b>UNIT.</b>	<b>ACUM.</b>	<b>QF [i]</b>	<b>EXT DI [i]</b>	<b>ESP</b>	<b>INT</b>	<b>m/s</b>	<b>m</b>	<b>REAL</b>	<b>EQUIV.</b>	<b>TOT L [i]</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	
135	142	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	3,48	0,0355	0,39	1,99
136	139	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,18	0,0169	0,06	2,52
137	138	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	2,89	0,0065	0,01	2,48
138	139	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,18	0,0217	0,10	2,89
139	141	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,43	0,0355	0,24	3,18
140	141	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,43	0,0217	0,09	1,24
141	142	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	3,25	6,60	9,85	3,48	0,0052	0,05	2,43
142	150	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,32	0,0080	0,04	3,48
143	151	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,55	0,0355	0,39	5,06
144	147	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,78	0,0169	0,06	5,12
145	146	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,48	0,0065	0,01	5,07
146	147	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,78	0,0217	0,10	5,48
147	149	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,02	0,0355	0,24	5,78
148	149	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,02	0,0217	0,09	3,83
149	150	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,32	0,0527	0,30	5,02
150	151	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,55	0,0121	0,08	4,32
151	159	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,43	0,0146	0,08	6,55
152	160	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,71	0,0355	0,43	8,17
153	156	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,03	0,0169	0,06	7,37
154	155	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,74	0,0065	0,01	7,32
155	156	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,03	0,0217	0,10	7,74
156	158	4,84	0,30	3,90	0,592	25	1,7	21,6	1,62	1,00	2,80	4,10	6,90	8,13	0,1595	1,10	8,03
157	158	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,13	0,0217	0,09	6,94
158	159	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,43	0,0527	0,30	8,13
159	160	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,71	0,0185	0,12	7,43
160	161	64,18	0,70	5,40	0,697	40	2,4	35,2	0,72	0,19	11,40	9,00	20,40	9,94	0,0208	0,43	9,71
161	166	132,16	0,00	0,00	3,400	75	4,2	66,6	0,98	0,16	8,00	7,80	15,80	10,04	0,0161	0,25	9,94
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 01</b>	<b>COLUNA</b>	<b>AF 01</b>													
162	165	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,36	0,0169	0,06	2,70
163	164	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,06	0,0065	0,01	2,65
164	165	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,36	0,0217	0,10	3,06
165	167	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,60	0,0355	0,24	3,36
166	167	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,60	0,0217	0,09	2,42
167	175	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,46	0,0052	0,06	1,60
168	176	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,67	0,0355	0,39	5,18
169	172	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,91	0,0169	0,06	5,26



208	210	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	6,79	0,0355	0,41	2,18
209	210	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	6,79	0,0355	0,25	5,29
210	212	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	9,86	0,0196	0,12	6,79
211	212	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	9,86	0,0355	0,29	8,32
212	213	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	10,15	0,0280	0,29	9,86
213	214	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	10,41	0,0378	0,26	10,15
214	241	317,46	0,00	0,00	6,860	85	4,7	75,6	1,53	0,33	15,60	11,90	27,50	10,91	0,0302	0,83	10,41

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m					TOT L [i] m
APTO.	TIPO 02	BLOCO 03	COLUNA	AF 02													
215	217	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	7,16	0,0355	0,41	2,55
216	217	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	7,16	0,0355	0,25	5,66
217	219	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	10,23	0,0196	0,12	7,16
218	219	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	10,23	0,0355	0,29	8,69
219	240	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	10,52	0,0280	0,29	10,23

APTO.	TIPO 02	BLOCO 03	COLUNA	AF - 01													
221	223	2,63	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,52	4,10	5,62	3,53	0,0217	0,12	3,21
222	223	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	3,53	0,0169	0,05	2,88
223	225	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	2,71	0,0355	0,18	3,53
224	225	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	2,71	0,0217	0,09	1,52
225	232	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	4,81	0,0159	0,15	2,71
226	227	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,04	0,0065	0,01	5,63
227	229	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	6,36	0,0217	0,12	6,04
228	229	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	6,36	0,0169	0,05	5,71
229	231	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	5,54	0,0355	0,18	6,36
230	231	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	5,54	0,0217	0,09	4,35
231	232	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	4,81	0,0527	0,27	5,54
232	239	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	7,94	0,0292	0,18	4,81
233	234	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,17	0,0065	0,01	8,76
234	236	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	9,49	0,0217	0,12	9,17
235	236	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	9,49	0,0169	0,05	8,84
236	238	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	8,66	0,0355	0,18	9,49
237	238	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	8,66	0,0217	0,09	7,48
238	239	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	7,94	0,0527	0,27	8,66
239	240	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	10,52	0,0416	0,43	7,94
240	241	39,41	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,05	7,00	4,60	11,60	10,91	0,0378	0,44	10,52
241	268	93,61	0,00	0,00	7,840	85	4,7	75,6	1,75	0,08	4,60	11,90	16,50	11,45	0,0381	0,63	10,91

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 02</b>	<b>BLOCO 02</b>	<b>COLUNA AF - 04</b>														
242	243	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,89	0,0065	0,01	3,48
243	245	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	4,21	0,0217	0,12	3,89
244	245	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	4,21	0,0169	0,05	3,56
245	247	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	3,39	0,0355	0,18	4,21
246	247	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	3,39	0,0217	0,09	2,20
247	254	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	5,49	0,0159	0,15	3,39
248	249	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,72	0,0065	0,01	6,31
249	251	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	7,04	0,0217	0,12	6,72
250	251	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	7,04	0,0169	0,05	6,39
251	253	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	6,22	0,0355	0,18	7,04
252	253	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	6,22	0,0217	0,09	5,03
253	254	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	5,49	0,0527	0,27	6,22
254	261	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	8,62	0,0292	0,18	5,49
255	256	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,85	0,0065	0,01	9,44
256	258	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	10,17	0,0217	0,12	9,85
257	258	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	10,17	0,0169	0,05	9,52
258	260	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	9,34	0,0355	0,18	10,17
259	260	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	9,34	0,0217	0,09	8,16
260	261	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	8,62	0,0527	0,27	9,34
261	267	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	11,20	0,0416	0,43	8,62
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 02</b>	<b>BLOCO 02</b>	<b>COLUNA AF 03</b>														
262	264	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	7,84	0,0355	0,41	3,23
263	264	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	7,84	0,0355	0,25	6,34
264	266	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	10,91	0,0196	0,12	7,84
265	266	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	10,91	0,0355	0,29	9,37
266	267	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	11,20	0,0280	0,29	10,91
267	268	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	11,45	0,0378	0,26	11,20
268	295	488,75	0,00	0,00	8,820	110	6,1	97,8	1,17	0,33	15,60	12,60	28,20	11,51	0,0138	0,39	11,45

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT. AF 02	COLUNA		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m				
269	271	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	0,0355	0,41	3,16
270	271	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	0,0355	0,25	6,27
271	273	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	0,0196	0,12	7,77
272	273	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	0,0355	0,29	9,29
273	294	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	0,0280	0,29	10,84
<b>BLOCO 02 COLUNA AF - 01</b>																
274	275	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	3,41
275	277	2,63	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,52	4,10	5,62	0,0217	0,12	3,82
276	277	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	3,49
277	279	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	4,14
278	279	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	2,13
279	286	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	0,0159	0,15	3,32
280	281	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	6,24
281	283	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	0,0217	0,12	6,65
282	283	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	6,32
283	285	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	6,97
284	285	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	4,96
285	286	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	0,0527	0,27	6,15
286	293	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	0,0292	0,18	5,42
287	288	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	9,36
288	290	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	0,0217	0,12	9,77
289	290	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	9,44
290	292	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	10,10
291	292	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	8,09
292	293	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	0,0527	0,27	9,27
293	294	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	0,0416	0,43	8,55
294	295	39,41	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,05	7,00	4,60	11,60	0,0378	0,44	11,12
295	322	109,66	0,00	0,00	9,800	110	6,1	97,8	1,30	0,07	3,50	12,60	16,10	0,0166	0,27	11,51

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
APTO.	TIPO 02	BLOCO 01	COLUNA AF - 04														
296	297	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	4,15	0,0065	0,01	3,74
297	299	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	4,47	0,0217	0,12	4,15
298	299	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	4,47	0,0169	0,05	3,82
299	301	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	3,65	0,0355	0,18	4,47
300	301	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	3,65	0,0217	0,09	2,46
301	308	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	5,75	0,0159	0,15	3,65
302	303	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,98	0,0065	0,01	6,57
303	305	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	7,30	0,0217	0,12	6,98
304	305	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	7,30	0,0169	0,05	6,65
305	307	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	6,47	0,0355	0,18	7,30
306	307	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	6,47	0,0217	0,09	5,29
307	308	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	5,75	0,0527	0,27	6,47
308	315	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	8,87	0,0292	0,18	5,75
309	310	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	10,10	0,0065	0,01	9,69
310	312	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	10,42	0,0217	0,12	10,10
311	312	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	10,42	0,0169	0,05	9,77
312	314	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	9,60	0,0355	0,18	10,42
313	314	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	9,60	0,0217	0,09	8,41
314	315	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	8,87	0,0527	0,27	9,60
315	321	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	11,45	0,0416	0,43	8,87
APTO.	TIPO 02	BLOCO 01	COLUNA AF 03														
316	318	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	8,10	0,0355	0,41	3,49
317	318	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	8,10	0,0355	0,25	6,60
318	320	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	11,17	0,0196	0,12	8,10
319	320	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	11,17	0,0355	0,29	9,62
320	321	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	11,45	0,0280	0,29	11,17
321	322	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	11,71	0,0378	0,26	11,45
322	349	488,75	0,00	0,00	10,780	110	6,1	97,8	1,43	0,33	15,60	12,60	28,20	11,93	0,0196	0,55	11,71

TRECHO	PESOS	VAZÃO	DIÂMETRO	VELOC.	DES	COMPRIMENTO	PRESSÃO	P.CARGA	PRESSÃO
--------	-------	-------	----------	--------	-----	-------------	---------	---------	---------







383	385	11,64	0,00	0,00	1,990	50	3,0	44,0	1,31	0,04	2,00	10,50	12,50	7,05	0,0453	0,57	6,52
384	385	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	7,05	0,0107	0,15	5,74
385	392	65,18	0,00	0,00	2,240	50	3,0	44,0	1,47	0,20	11,20	10,50	21,70	8,06	0,0557	1,21	7,05
<b>BANGALÔ 3</b>																	
386	387	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,16	0,0065	0,01	6,75
387	389	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	7,51	0,0217	0,15	7,16
388	389	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	7,51	0,0169	0,01	6,90
389	391	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	6,73	0,0355	0,22	7,51
390	391	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	6,73	0,0217	0,08	5,55
391	392	32,44	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	7,80	15,75	8,06	0,0159	0,25	6,73
392	394	23,22	0,00	0,00	2,550	60	3,3	53,4	1,14	0,04	2,00	11,00	13,00	8,38	0,0279	0,36	8,06
393	394	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	8,38	0,0107	0,15	7,08
394	401	130,03	0,00	0,00	2,800	60	3,3	53,4	1,25	0,20	11,20	11,00	22,20	8,92	0,0328	0,73	8,38
<b>BANGALÔ 2</b>																	
395	396	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,02	0,0065	0,01	7,61
396	398	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	8,37	0,0217	0,15	8,02
397	398	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	8,37	0,0169	0,01	7,76
398	400	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	7,59	0,0355	0,22	8,37
399	400	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	7,59	0,0217	0,08	6,40
400	401	32,44	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	7,80	15,75	8,92	0,0159	0,25	7,59
401	403	23,22	0,00	0,00	3,110	60	3,3	53,4	1,39	0,04	2,00	11,00	13,00	9,39	0,0394	0,51	8,92
402	403	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	9,39	0,0107	0,15	8,08
403	410	146,29	0,00	0,00	3,360	60	3,3	53,4	1,50	0,18	12,60	12,50	25,10	10,34	0,0451	1,13	9,39

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	PRESSÃO JUSANTE m		
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m				TOT L T [i] m	
BANGALÔ 404	1	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	9,06	
405	407	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	0,0217	0,15	9,47	
406	407	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	0,0169	0,01	9,21	
407	409	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	0,0355	0,22	9,82	
408	409	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	9,04	0,0217	0,08	7,85
409	410	24,68	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,09	6,05	7,10	13,15	10,34	0,0159	0,21	9,04
410	412	65,02	0,00	0,00	3,670	60	3,3	53,4	1,64	-0,02	5,60	14,00	19,60	11,39	0,0527	1,03	10,34
411	412	16,52	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,20	4,05	4,80	8,85	11,39	0,0107	0,09	10,10
412	413	125,39	0,00	0,00	3,920	60	3,3	53,4	1,75	0,18	10,80	12,50	23,30	12,59	0,0591	1,38	11,39
RESERV. SUPERIOR 413	-	430,79	0,00	0,00	15,680	110	6,1	97,8	2,09	13,90	13,75	20,90	34,65	0,00	0,0378	1,31	12,59

R\$ 7.870,76

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
5,38	1
5,79	2
5,61	3
3,66	4
3,63	5
3,71	6
4,31	7
4,34	8
5,01	9
5,03	10
4,76	11
5,88	12
4,53	13
3,99	14
5,20	15
5,19	16
4,92	17
6,04	18
4,64	19
4,60	20
4,69	21
6,24	22
4,07	23
6,40	24

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]

m	
6,70	25
0,72	26
7,28	27
1,76	28
8,32	29
2,29	30
8,82	31
1,64	32
2,18	33
2,13	34
2,54	35
2,84	36
0,89	37
2,08	38
3,13	39
4,72	40
4,77	41
4,72	42
5,13	43
5,43	44
3,49	45
4,67	46
3,97	47
6,21	48
7,83	49
7,88	50
7,83	51
8,24	52
<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
8,54	53
6,60	54

7,78	55
7,09	56
9,36	57
1,86	58
1,81	59
2,22	60
2,52	61
0,58	62
1,77	63
4,34	64
4,42	65
4,37	66
4,78	67
5,08	68
3,13	69
4,32	70
3,62	71
5,83	72
7,43	73
7,50	74
7,45	75
7,86	76
8,15	77
6,21	78
7,40	79
6,70	80
8,96	81
9,19	82

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
1,07	83
1,60	84
1,56	85

1,97	86
2,26	87
0,32	88
1,51	89
2,56	90
4,14	91
4,20	92
4,15	93
4,56	94
4,86	95
2,91	96
4,10	97
3,40	98
5,63	99
7,25	100
6,45	101
6,40	102
6,82	103
7,11	104
6,02	105
7,21	106
6,51	107
8,79	108
9,02	109
1,64	110
1,59	111
2,00	112
2,30	113
0,35	114
1,54	115
4,12	116
4,19	117
4,15	118
4,56	119
4,85	120
2,91	121
4,10	122
3,40	123
5,61	124
7,20	125
7,27	126
7,22	127
7,64	128
7,93	129
5,99	130

7,18	131
6,48	132
8,73	133
8,97	134

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
0,99	135
1,52	136
1,48	137
1,89	138
2,18	139
0,24	140
1,43	141
2,48	142
4,06	143
4,12	144
4,07	145
4,48	146
4,78	147
2,83	148
4,02	149
3,32	150
5,55	151
7,17	152
6,37	153
6,32	154
6,74	155
7,03	156
5,94	157
7,13	158
6,43	159
8,71	160
8,94	161
1,70	162
1,65	163
2,06	164
2,36	165
0,42	166
1,60	167
4,18	168
4,26	169

4,21	170
4,62	171
4,91	172
2,97	173
4,16	174
3,46	175
5,67	176
7,26	177
7,34	178
7,29	179
7,70	180
7,99	181
6,05	182
7,24	183
6,54	184
8,80	185
9,04	186
9,21	187

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
1,43	188
1,84	189
1,51	190
2,16	191
0,15	192
1,34	193
4,26	194
4,67	195
4,34	196
4,99	197
2,98	198
4,17	199
3,44	200
7,39	201
7,80	202
7,47	203
8,12	204
6,11	205
7,30	206
6,57	207

1,18	208
4,29	209
5,79	210
7,32	211
8,86	212
9,15	213
9,41	214

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
1,55	215
4,66	216
6,16	217
7,69	218
9,23	219

1,80	220
2,21	221
1,88	222
2,53	223
0,52	224
1,71	225
4,63	226
5,04	227
4,71	228
5,36	229
3,35	230
4,54	231
3,81	232
7,76	233
8,17	234
7,84	235
8,49	236
6,48	237
7,66	238
6,94	239
9,52	240
9,91	241



FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,48	242
2,89	243
2,56	244
3,21	245
1,20	246
2,39	247
5,31	248
5,72	249
5,39	250
6,04	251
4,03	252
5,22	253
4,49	254
8,44	255
8,85	256
8,52	257
9,17	258
7,16	259
8,34	260
7,62	261
2,23	262
5,34	263
6,84	264
8,37	265
9,91	266
10,20	267
10,45	268

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,16	269
5,27	270
6,77	271
8,29	272
9,84	273

2,41	274
2,82	275
2,49	276
3,14	277
1,13	278
2,32	279
5,24	280
5,65	281
5,32	282
5,97	283
3,96	284
5,15	285
4,42	286
8,36	287
8,77	288
8,44	289
9,10	290
7,09	291
8,27	292
7,55	293
10,12	294
10,51	295

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,74	296
3,15	297
2,82	298
3,47	299
1,46	300
2,65	301
5,57	302
5,98	303
5,65	304
6,30	305
4,29	306
5,47	307
4,75	308
8,69	309
9,10	310
8,77	311
9,42	312
7,41	313
8,60	314
7,87	315
2,49	316
5,60	317
7,10	318
8,62	319
10,17	320
10,45	321
10,71	322

FOLGA	TRECHO
-------	--------

DE PRESSÃO	T [i]
m	
2,58	323
5,69	324
7,19	325
8,71	326
10,26	327

2,83	328
3,24	329
2,91	330
3,56	331
1,55	332
2,74	333
5,66	334
6,07	335
5,74	336
6,39	337
4,38	338
5,57	339
4,84	340
8,78	341
9,19	342
8,86	343
9,52	344
7,51	345
8,69	346
7,97	347
10,54	348
10,93	349

FOLGA	TRECHO
DE PRESSÃO	T [i]
m	

3,09	350
3,50	351
3,24	352
3,86	353
1,89	354
3,07	355
4,40	356
3,09	357
4,39	358
3,14	359
3,55	360
3,29	361
3,91	362
1,94	363
3,12	364
4,45	365
3,24	366
4,54	367
3,40	368
3,81	369
3,55	370
4,16	371
2,19	372
3,38	373
4,71	374
3,68	375
4,99	376

<b>FOLGA</b>	<b>TRECHO</b>
<b>DE PRESSÃO</b>	<b>T [i]</b>
m	
4,21	377
4,62	378
4,36	379
4,98	380
3,01	381
4,19	382

5,52	383
4,74	384
6,05	385
5,75	386
6,16	387
5,90	388
6,51	389
4,55	390
5,73	391
7,06	392
6,08	393
7,38	394
6,61	395
7,02	396
6,76	397
7,37	398
5,40	399
6,59	400
7,92	401
7,08	402
8,39	403

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
8,06	404
8,47	405
8,21	406
8,82	407
6,85	408
8,04	409
9,34	410
9,10	411
10,39	412

11,59
-------

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA  
OTIMIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA  
ESTUDO DE CASO: CONDOMÍNIO BUZIUZ TROPICAL

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO		DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.	QF [i]	l/s	EXT DI [i]	ESP	INT			REAL	EQUIV.	TOT L T [i]				
GUARITA																		
1	2	0,69	0,1	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,79	0,0065	0,01	6,38	
2	3	3,37	0,3	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	0,40	1,95	8,20	10,15	6,61	0,0217	0,22	6,79	
3	25	199,51	0,3	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-0,50	48,90	5,90	54,80	7,70	0,0107	0,59	6,61	
PISCINA / REST.																		
4	6	0,17	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	0,00	0,10	1,20	1,30	4,71	0,0355	0,05	4,66	
5	6	0,17	0,70	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	0,00	0,10	1,20	1,30	4,71	0,0651	0,08	4,63	
6	12	25,60	0,00	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	-0,88	14,80	5,00	19,80	6,88	0,0651	1,29	4,71	
7	9	3,15	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,82	3,60	5,42	6,01	0,0169	0,09	5,31	
8	9	1,30	0,30	0,60	0,232	25	1,7	21,6	0,63	-0,60	0,75	1,20	1,95	6,01	0,0310	0,06	5,34	
9	10	4,41	0,00	0,60	0,232	25	1,7	21,6	0,63	0,20	2,55	4,80	7,35	6,03	0,0310	0,23	6,01	
10	11	0,69	0,30	0,90	0,285	25	1,7	21,6	0,78	0,40	0,40	2,40	2,80	5,76	0,0442	0,12	6,03	
11	12	6,19	0,10	1,00	0,300	25	1,7	21,6	0,82	-0,60	3,58	7,20	10,78	6,88	0,0485	0,52	5,76	
12	18	8,16	1,40	2,40	0,465	32	2,1	27,8	0,77	0,00	2,00	3,10	5,10	7,04	0,0315	0,16	6,88	
13	15	2,77	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,60	2,90	4,50	6,20	0,0169	0,08	5,53	
14	15	3,41	0,30	0,60	0,232	25	1,7	21,6	0,63	-1,00	1,97	5,00	6,97	6,20	0,0310	0,22	4,99	
15	16	2,28	0,00	0,60	0,232	25	1,7	21,6	0,63	0,20	1,32	4,80	6,12	6,19	0,0310	0,19	6,20	
16	17	0,69	0,30	0,90	0,285	25	1,7	21,6	0,78	0,40	0,40	2,40	2,80	5,92	0,0442	0,12	6,19	
17	18	5,81	0,10	1,00	0,300	25	1,7	21,6	0,82	-0,60	3,36	7,40	10,76	7,04	0,0485	0,52	5,92	
18	22	29,28	2,40	3,40	0,553	40	2,4	35,2	0,57	-0,06	5,20	4,60	9,80	7,24	0,0139	0,14	7,04	
19	21	0,17	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	0,00	0,10	1,20	1,30	5,69	0,0355	0,05	5,64	
20	21	0,17	0,70	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	0,00	0,10	1,20	1,30	5,69	0,0651	0,08	5,60	
21	22	5,41	0,00	1,40	0,355	25	1,7	21,6	0,97	-1,10	3,13	3,80	6,93	7,24	0,0651	0,45	5,69	
22	24	17,85	3,40	4,80	0,657	40	2,4	35,2	0,68	-0,02	3,17	4,60	7,77	7,40	0,0188	0,15	7,24	
23	24	43,90	0,40	0,40	0,190	32	2,1	27,8	0,31	-2,24	10,76	3,60	14,36	7,40	0,0066	0,09	5,07	
24	25	34,91	4,80	5,20	0,684	40	2,4	35,2	0,70	-0,08	6,20	4,60	10,80	7,70	0,0202	0,22	7,40	

TRECHO ANTERIOR	PREÇO	PESOS	VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC.	DES NIVEL	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON.	P.CARGA UNITÁRIA	P.CARGA TOTAL	PRESSÃO JUSANTE
				EXT DI [i]	ESP	INT			REAL	EQUIV.	TOT L T [i]				
TRECHO ANTERIOR	PREÇO	PESOS	VAZÃO QF [i]	EXT DI [i]	ESP	INT	VELOC.	DES NIVEL	REAL	EQUIV.	TOT L T [i]	PRESSÃO DISPON.	P.CARGA UNITÁRIA	P.CARGA TOTAL	PRESSÃO JUSANTE

T [i]	TA [i]	PR [i]	UNIT.	ACUM.	l/s	mm	mm	mm	m/s	m	m	m	m	m	m/m	m	m
<b>HIDROM.</b>																	
25	27	93,46	9,61	9,61	0,930	40	2,4	35,2	0,96	0,26	16,60	7,60	24,20	8,28	0,0345	0,84	7,70
26	27	69,16	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	16,95	7,90	24,85	8,28	0,0146	0,36	1,72
27	29	106,97	0,00	0,00	1,230	40	2,4	35,2	1,26	0,40	19,00	6,60	25,60	9,32	0,0563	1,44	8,28
28	29	69,16	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	16,95	7,90	24,85	9,32	0,0146	0,36	2,76
29	31	113,49	0,00	0,00	1,530	50	3,0	44,0	1,01	0,39	19,50	11,80	31,30	9,82	0,0286	0,89	9,32
30	31	61,00	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,20	14,95	7,90	22,85	9,82	0,0146	0,33	3,29
31	187	213,62	0,00	0,00	1,830	60	3,3	53,4	0,82	0,09	18,40	12,50	30,90	10,21	0,0156	0,48	9,82
<b>APTO.</b>																	
			<b>TIPO 01</b>			<b>BLOCO 03</b>			<b>COLUNA</b>			<b>AF 02</b>					
32	39	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	4,13	0,0355	0,39	2,64
33	36	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,84	0,0169	0,06	3,18
34	35	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,54	0,0065	0,01	3,13
35	36	1,38	0,30	0,30	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,84	0,0217	0,10	3,54
36	38	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	3,08	0,0355	0,24	3,84
37	38	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	3,08	0,0217	0,09	1,89
38	39	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	3,25	6,60	9,85	4,13	0,0052	0,05	3,08
39	47	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,97	0,0080	0,04	4,13
40	48	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	7,21	0,0355	0,39	5,72
41	44	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	6,43	0,0169	0,06	5,77
42	43	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,13	0,0065	0,01	5,72
43	44	1,38	0,30	0,30	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	6,43	0,0217	0,10	6,13
44	46	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,67	0,0355	0,24	6,43
45	46	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,67	0,0217	0,09	4,49
46	47	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,97	0,0527	0,30	5,67
47	48	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	7,21	0,0121	0,08	4,97
48	56	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	8,09	0,0146	0,08	7,21
49	57	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	10,36	0,0355	0,43	8,83
50	53	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	9,54	0,0169	0,06	8,88
51	52	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,24	0,0065	0,01	8,83
52	53	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	9,54	0,0217	0,10	9,24

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m			
53	55	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	0,0355	0,24
54	55	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	0,0217	0,09



55	56	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	8,09	0,0527	0,30	8,78
56	57	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	10,36	0,0185	0,12	8,09
57	82	188,33	0,70	5,40	0,697	75	4,2	66,6	0,20	0,19	11,40	9,30	20,70	10,19	0,0010	0,02	10,36
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 03</b>	<b>COLUNA AF 01</b>														
58	61	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,52	0,0169	0,06	2,86
59	60	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,22	0,0065	0,01	2,81
60	61	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,52	0,0217	0,10	3,22
61	63	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,77	0,0355	0,24	3,52
62	63	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,77	0,0217	0,09	1,58
63	71	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,62	0,0052	0,06	2,77
64	72	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,83	0,0355	0,39	5,34
65	68	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	6,08	0,0169	0,06	5,42
66	67	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,78	0,0065	0,01	5,37
67	68	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	6,08	0,0217	0,10	5,78
68	70	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,32	0,0355	0,24	6,08
69	70	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,32	0,0217	0,09	4,13
70	71	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,62	0,0527	0,30	5,32
71	72	12,10	1,10	2,20	0,445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,83	0,0095	0,06	4,62
72	80	4,50	0,70	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,70	0,0121	0,07	6,83
73	81	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,96	0,0355	0,43	8,43
74	77	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	9,15	0,0169	0,06	8,50
75	76	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,86	0,0065	0,01	8,45
76	77	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	9,15	0,0217	0,10	8,86
77	79	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	8,40	0,0355	0,24	9,15
78	79	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,40	0,0217	0,09	7,21
79	80	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,70	0,0527	0,30	8,40
80	81	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,96	0,0160	0,11	7,70
81	82	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	4,60	12,60	10,19	0,0185	0,23	9,96
82	109	185,02	0,00	0,00	1,350	75	4,2	66,6	0,39	0,23	11,20	7,80	19,00	10,02	0,0032	0,06	10,19

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
APTO.	TIPO 01	BLOCO 02	COLUNA	AF - 02													
83	90	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	3,56	0,0355	0,39	2,07
84	87	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,26	0,0169	0,06	2,60
85	86	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	2,97	0,0065	0,01	2,56

86	87	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,26	0,0217	0,10	2,97
87	89	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,51	0,0355	0,24	3,26
88	89	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,32	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,51	0,0217	0,09	1,32
89	90	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,52	-1,00	3,25	6,60	9,85	3,56	0,0052	0,05	2,51
90	98	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,40	0,0080	0,04	3,56
91	99	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,63	0,0355	0,39	5,14
92	95	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,86	0,0169	0,06	5,20
93	94	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,56	0,0065	0,01	5,15
94	95	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,86	0,0217	0,10	5,56
95	97	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,10	0,0355	0,24	5,86
96	97	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,10	0,0217	0,09	3,91
97	98	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,40	0,0527	0,30	5,10
98	99	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,63	0,0121	0,08	4,40
99	107	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,51	0,0146	0,08	6,63
100	108	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,79	0,0355	0,43	8,25
101	104	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,11	0,0169	0,06	7,45
102	103	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,82	0,0065	0,01	7,40
103	104	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,11	0,0217	0,10	7,82
104	106	4,84	0,30	3,90	0,592	25	1,7	21,6	1,62	1,00	2,80	4,10	6,90	8,21	0,1595	1,10	8,11
105	106	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,21	0,0217	0,09	7,02
106	107	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,51	0,0527	0,30	8,21
107	108	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,79	0,0185	0,12	7,51
108	109	64,18	0,70	5,40	0,697	40	2,4	35,2	0,72	0,19	11,40	9,00	20,40	10,02	0,0208	0,43	9,79
109	134	132,16	0,00	0,00	2,050	75	4,2	66,6	0,59	0,16	8,00	7,80	15,80	9,97	0,0067	0,11	10,02
	<b>TIPO 01</b>																
	<b>BLOCO 02</b>																
	<b>COLUNA</b>																
	<b>AF 01</b>																
110	113	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,30	0,0169	0,06	2,64
111	112	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,00	0,0065	0,01	2,59
112	113	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,30	0,0217	0,10	3,00
113	115	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,54	0,0355	0,24	3,30
114	115	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,54	0,0217	0,09	1,35
115	123	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,40	0,0052	0,06	2,54
116	124	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,61	0,0355	0,39	5,12
117	120	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,85	0,0169	0,06	5,19
118	119	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,56	0,0065	0,01	5,15
119	120	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,85	0,0217	0,10	5,56
120	122	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,10	0,0355	0,24	5,85
121	122	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,10	0,0217	0,09	3,91
122	123	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,40	0,0527	0,30	5,10
123	124	12,10	1,10	2,20	0,445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,61	0,0095	0,06	4,40
124	132	4,50	0,70	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,48	0,0121	0,07	6,61
125	133	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,73	0,0355	0,43	8,20
126	129	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,93	0,0169	0,06	8,27
127	128	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,64	0,0065	0,01	8,22
128	129	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,93	0,0217	0,10	8,64
129	131	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	8,18	0,0355	0,24	8,93
130	131	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,18	0,0217	0,09	6,99

131	132	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,48	0,0527	0,30	8,18
132	133	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,73	0,0160	0,11	7,48
133	134	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	4,60	12,60	9,97	0,0185	0,23	9,73
134	161	185,02	0,00	0,00	2,700	75	4,2	66,6	0,78	0,23	11,20	7,80	19,00	9,94	0,0108	0,20	9,97
<b>TRECHO T [i]</b>	<b>TRECHO ANTERIOR TA [i]</b>	<b>PREÇO PR [i]</b>	<b>PESOS</b>		<b>VAZÃO QF [i]</b>	<b>DIÂMETRO</b>		<b>VELOC.</b>		<b>DES NIVEL</b>	<b>COMPRIMENTO</b>		<b>PRESSÃO DISPON.</b>	<b>P.CARGA UNITÁRIA</b>	<b>P.CARGA TOTAL</b>	<b>PRESSÃO JUSANTE</b>	
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 01</b>	<b>UNIT.</b>	<b>ACUM.</b>	<b>QF [i]</b>	<b>EXT DI [i]</b>	<b>ESP</b>	<b>INT</b>	<b>m/s</b>	<b>m</b>	<b>REAL</b>	<b>EQUIV.</b>	<b>TOT L [i]</b>	<b>m</b>	<b>m/m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
135	142	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	3,48	0,0355	0,39	1,99
136	139	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,18	0,0169	0,06	2,52
137	138	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	2,89	0,0065	0,01	2,48
138	139	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,18	0,0217	0,10	2,89
139	141	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,43	0,0355	0,24	3,18
140	141	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,43	0,0217	0,09	1,24
141	142	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	3,25	6,60	9,85	3,48	0,0052	0,05	2,43
142	150	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,32	0,0080	0,04	3,48
143	151	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,55	0,0355	0,39	5,06
144	147	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,78	0,0169	0,06	5,12
145	146	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,48	0,0065	0,01	5,07
146	147	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,78	0,0217	0,10	5,48
147	149	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,02	0,0355	0,24	5,78
148	149	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,02	0,0217	0,09	3,83
149	150	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,32	0,0527	0,30	5,02
150	151	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,55	0,0121	0,08	4,32
151	159	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,43	0,0146	0,08	6,55
152	160	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,71	0,0355	0,43	8,17
153	156	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,03	0,0169	0,06	7,37
154	155	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,74	0,0065	0,01	7,32
155	156	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,03	0,0217	0,10	7,74
156	158	4,84	0,30	3,90	0,592	25	1,7	21,6	1,62	1,00	2,80	4,10	6,90	8,13	0,1595	1,10	8,03
157	158	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,13	0,0217	0,09	6,94
158	159	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,43	0,0527	0,30	8,13
159	160	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,71	0,0185	0,12	7,43
160	161	64,18	0,70	5,40	0,697	40	2,4	35,2	0,72	0,19	11,40	9,00	20,40	9,94	0,0208	0,43	9,71
161	166	132,16	0,00	0,00	3,400	75	4,2	66,6	0,98	0,16	8,00	7,80	15,80	10,04	0,0161	0,25	9,94
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 01</b>	<b>COLUNA</b>	<b>AF 01</b>													
162	165	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,36	0,0169	0,06	2,70
163	164	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,06	0,0065	0,01	2,65
164	165	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,36	0,0217	0,10	3,06
165	167	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,60	0,0355	0,24	3,36
166	167	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,60	0,0217	0,09	2,42
167	175	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,46	0,0052	0,06	1,60
168	176	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,67	0,0355	0,39	5,18
169	172	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,91	0,0169	0,06	5,26



208	210	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	6,79	0,0355	0,41	2,18
209	210	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	6,79	0,0355	0,25	5,29
210	212	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	9,86	0,0196	0,12	6,79
211	212	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	9,86	0,0355	0,29	8,32
212	213	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	10,15	0,0280	0,29	9,86
213	214	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	10,41	0,0378	0,26	10,15
214	241	317,46	0,00	0,00	6,860	85	4,7	75,6	1,53	0,33	15,60	11,90	27,50	10,91	0,0302	0,83	10,41

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m					TOT L [i] m
APTO.	TIPO 02	BLOCO 03	COLUNA	AF 02													
215	217	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	7,16	0,0355	0,41	2,55
216	217	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	7,16	0,0355	0,25	5,66
217	219	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	10,23	0,0196	0,12	7,16
218	219	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	10,23	0,0355	0,29	8,69
219	240	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	10,52	0,0280	0,29	10,23

APTO.	TIPO 02	BLOCO 03	COLUNA	AF - 01														
221	223	2,63	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,52	4,10	5,62	3,53	0,0217	0,12	3,21	
222	223	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	3,53	0,0169	0,05	2,88	
223	225	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	2,71	0,0355	0,18	3,53	
224	225	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	2,71	0,0217	0,09	1,52	
225	232	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	4,81	0,0159	0,15	2,71	
226	227	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,04	0,0065	0,01	5,63	
227	229	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	6,36	0,0217	0,12	6,04	
228	229	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	6,36	0,0169	0,05	5,71	
229	231	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	5,54	0,0355	0,18	6,36	
230	231	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	5,54	0,0217	0,09	4,35	
231	232	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	4,81	0,0527	0,27	5,54	
232	239	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	7,94	0,0292	0,18	4,81	
233	234	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,17	0,0065	0,01	8,76	
234	236	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	9,49	0,0217	0,12	9,17	
235	236	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	9,49	0,0169	0,05	8,84	
236	238	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	8,66	0,0355	0,18	9,49	
237	238	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	8,66	0,0217	0,09	7,48	
238	239	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	7,94	0,0527	0,27	8,66	
239	240	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	10,52	0,0416	0,43	7,94	
240	241	39,41	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,05	7,00	4,60	11,60	10,91	0,0378	0,44	10,52	
241	268	93,61	0,00	0,00	7,840	85	4,7	75,6	1,75	0,08	4,60	11,90	16,50	11,45	0,0381	0,63	10,91	

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i]				
APTO.	TIPO 02	BLOCO 02	COLUNA AF - 04														
242	243	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,89	0,0065	0,01	3,48
243	245	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	4,21	0,0217	0,12	3,89
244	245	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	4,21	0,0169	0,05	3,56
245	247	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	3,39	0,0355	0,18	4,21
246	247	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	3,39	0,0217	0,09	2,20
247	254	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	5,49	0,0159	0,15	3,39
248	249	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,72	0,0065	0,01	6,31
249	251	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	7,04	0,0217	0,12	6,72
250	251	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	7,04	0,0169	0,05	6,39
251	253	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	6,22	0,0355	0,18	7,04
252	253	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	6,22	0,0217	0,09	5,03
253	254	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	5,49	0,0527	0,27	6,22
254	261	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	8,62	0,0292	0,18	5,49
255	256	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,85	0,0065	0,01	9,44
256	258	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	10,17	0,0217	0,12	9,85
257	258	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	10,17	0,0169	0,05	9,52
258	260	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	9,34	0,0355	0,18	10,17
259	260	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	9,34	0,0217	0,09	8,16
260	261	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	8,62	0,0527	0,27	9,34
261	267	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	11,20	0,0416	0,43	8,62
APTO.	TIPO 02	BLOCO 02	COLUNA AF 03														
262	264	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	7,84	0,0355	0,41	3,23
263	264	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	7,84	0,0355	0,25	6,34
264	266	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	10,91	0,0196	0,12	7,84
265	266	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	10,91	0,0355	0,29	9,37
266	267	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	11,20	0,0280	0,29	10,91
267	268	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	11,45	0,0378	0,26	11,20
268	295	488,75	0,00	0,00	8,820	110	6,1	97,8	1,17	0,33	15,60	12,60	28,20	11,51	0,0138	0,39	11,45

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT. COLUMNA	ACUM. AF 02		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m				
269	271	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	0,0355	0,41	3,16
270	271	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	0,0355	0,25	6,27
271	273	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	0,0196	0,12	7,77
272	273	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	0,0355	0,29	9,29
273	294	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	0,0280	0,29	10,84
<b>BLOCO 02 COLUNA AF - 01</b>																
274	275	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	3,41
275	277	2,63	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,52	4,10	5,62	0,0217	0,12	3,82
276	277	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	3,49
277	279	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	4,14
278	279	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	2,13
279	286	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	0,0159	0,15	3,32
280	281	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	6,24
281	283	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	0,0217	0,12	6,65
282	283	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	6,32
283	285	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	6,97
284	285	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	4,96
285	286	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	0,0527	0,27	6,15
286	293	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	0,0292	0,18	5,42
287	288	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	9,36
288	290	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	0,0217	0,12	9,77
289	290	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	9,44
290	292	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	10,10
291	292	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	8,09
292	293	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	0,0527	0,27	9,27
293	294	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	0,0416	0,43	8,55
294	295	39,41	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,05	7,00	4,60	11,60	0,0378	0,44	11,12
295	322	109,66	0,00	0,00	9,800	110	6,1	97,8	1,30	0,07	3,50	12,60	16,10	0,0166	0,27	11,51

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
APTO.	TIPO 02	BLOCO 01	COLUNA AF - 04														
296	297	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	4,15	0,0065	0,01	3,74
297	299	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	4,47	0,0217	0,12	4,15
298	299	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	4,47	0,0169	0,05	3,82
299	301	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	3,65	0,0355	0,18	4,47
300	301	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	3,65	0,0217	0,09	2,46
301	308	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	5,75	0,0159	0,15	3,65
302	303	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,98	0,0065	0,01	6,57
303	305	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	7,30	0,0217	0,12	6,98
304	305	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	7,30	0,0169	0,05	6,65
305	307	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	6,47	0,0355	0,18	7,30
306	307	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	6,47	0,0217	0,09	5,29
307	308	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	5,75	0,0527	0,27	6,47
308	315	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	8,87	0,0292	0,18	5,75
309	310	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	10,10	0,0065	0,01	9,69
310	312	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	10,42	0,0217	0,12	10,10
311	312	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	10,42	0,0169	0,05	9,77
312	314	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	9,60	0,0355	0,18	10,42
313	314	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	9,60	0,0217	0,09	8,41
314	315	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	8,87	0,0527	0,27	9,60
315	321	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	11,45	0,0416	0,43	8,87
APTO.	TIPO 02	BLOCO 01	COLUNA AF 03														
316	318	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	8,10	0,0355	0,41	3,49
317	318	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	8,10	0,0355	0,25	6,60
318	320	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	11,17	0,0196	0,12	8,10
319	320	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	11,17	0,0355	0,29	9,62
320	321	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	11,45	0,0280	0,29	11,17
321	322	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	11,71	0,0378	0,26	11,45
322	349	488,75	0,00	0,00	10,780	110	6,1	97,8	1,43	0,33	15,60	12,60	28,20	11,93	0,0196	0,55	11,71

TRECHO	PESOS	VAZÃO	DIÂMETRO	VELOC.	DES	COMPRIMENTO	PRESSÃO	P.CARGA	PRESSÃO
--------	-------	-------	----------	--------	-----	-------------	---------	---------	---------







383	385	11,64	0,00	0,00	1,990	50	3,0	44,0	1,31	0,04	2,00	10,50	12,50	7,05	0,0453	0,57	6,52
384	385	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	7,05	0,0107	0,15	5,74
385	392	65,18	0,00	0,00	2,240	50	3,0	44,0	1,47	0,20	11,20	10,50	21,70	8,06	0,0557	1,21	7,05
<b>BANGALÔ 3</b>																	
386	387	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,16	0,0065	0,01	6,75
387	389	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	7,51	0,0217	0,15	7,16
388	389	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	7,51	0,0169	0,01	6,90
389	391	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	6,73	0,0355	0,22	7,51
390	391	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	6,73	0,0217	0,08	5,55
391	392	32,44	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	7,80	15,75	8,06	0,0159	0,25	6,73
392	394	23,22	0,00	0,00	2,550	60	3,3	53,4	1,14	0,04	2,00	11,00	13,00	8,38	0,0279	0,36	8,06
393	394	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	8,38	0,0107	0,15	7,08
394	401	130,03	0,00	0,00	2,800	60	3,3	53,4	1,25	0,20	11,20	11,00	22,20	8,92	0,0328	0,73	8,38
<b>BANGALÔ 2</b>																	
395	396	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,02	0,0065	0,01	7,61
396	398	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	8,37	0,0217	0,15	8,02
397	398	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	8,37	0,0169	0,01	7,76
398	400	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	7,59	0,0355	0,22	8,37
399	400	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	7,59	0,0217	0,08	6,40
400	401	32,44	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	7,80	15,75	8,92	0,0159	0,25	7,59
401	403	23,22	0,00	0,00	3,110	60	3,3	53,4	1,39	0,04	2,00	11,00	13,00	9,39	0,0394	0,51	8,92
402	403	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	9,39	0,0107	0,15	8,08
403	410	146,29	0,00	0,00	3,360	60	3,3	53,4	1,50	0,18	12,60	12,50	25,10	10,34	0,0451	1,13	9,39

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	PRESSÃO JUSANTE m		
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m				TOT L T [i] m	
BANGALÔ 404	1																
405	405	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,47	0,0065	0,01	9,06
406	407	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	9,82	0,0217	0,15	9,47
407	407	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	9,82	0,0169	0,01	9,21
408	409	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	9,04	0,0355	0,22	9,82
409	409	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	9,04	0,0217	0,08	7,85
410	410	24,68	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,09	6,05	7,10	13,15	10,34	0,0159	0,21	9,04
411	412	65,02	0,00	0,00	3,670	60	3,3	53,4	1,64	-0,02	5,60	14,00	19,60	11,39	0,0527	1,03	10,34
412	412	16,52	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,20	4,05	4,80	8,85	11,39	0,0107	0,09	10,10
413	413	125,39	0,00	0,00	3,920	60	3,3	53,4	1,75	0,18	10,80	12,50	23,30	12,59	0,0591	1,38	11,39
RESERV. SUPERIOR 413	-	430,79	0,00	0,00	15,680	110	6,1	97,8	2,09	13,90	13,75	20,90	34,65	0,00	0,0378	1,31	12,59

R\$ 7.870,76

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
5,38	1
5,79	2
5,61	3
3,66	4
3,63	5
3,71	6
4,31	7
4,34	8
5,01	9
5,03	10
4,76	11
5,88	12
4,53	13
3,99	14
5,20	15
5,19	16
4,92	17
6,04	18
4,64	19
4,60	20
4,69	21
6,24	22
4,07	23
6,40	24

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]

m	
6,70	25
0,72	26
7,28	27
1,76	28
8,32	29
2,29	30
8,82	31
1,64	32
2,18	33
2,13	34
2,54	35
2,84	36
0,89	37
2,08	38
3,13	39
4,72	40
4,77	41
4,72	42
5,13	43
5,43	44
3,49	45
4,67	46
3,97	47
6,21	48
7,83	49
7,88	50
7,83	51
8,24	52
<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
8,54	53
6,60	54

7,78	55
7,09	56
9,36	57
1,86	58
1,81	59
2,22	60
2,52	61
0,58	62
1,77	63
4,34	64
4,42	65
4,37	66
4,78	67
5,08	68
3,13	69
4,32	70
3,62	71
5,83	72
7,43	73
7,50	74
7,45	75
7,86	76
8,15	77
6,21	78
7,40	79
6,70	80
8,96	81
9,19	82

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
1,07	83
1,60	84
1,56	85

1,97	86
2,26	87
0,32	88
1,51	89
2,56	90
4,14	91
4,20	92
4,15	93
4,56	94
4,86	95
2,91	96
4,10	97
3,40	98
5,63	99
7,25	100
6,45	101
6,40	102
6,82	103
7,11	104
6,02	105
7,21	106
6,51	107
8,79	108
9,02	109
1,64	110
1,59	111
2,00	112
2,30	113
0,35	114
1,54	115
4,12	116
4,19	117
4,15	118
4,56	119
4,85	120
2,91	121
4,10	122
3,40	123
5,61	124
7,20	125
7,27	126
7,22	127
7,64	128
7,93	129
5,99	130

7,18	131
6,48	132
8,73	133
8,97	134

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
0,99	135
1,52	136
1,48	137
1,89	138
2,18	139
0,24	140
1,43	141
2,48	142
4,06	143
4,12	144
4,07	145
4,48	146
4,78	147
2,83	148
4,02	149
3,32	150
5,55	151
7,17	152
6,37	153
6,32	154
6,74	155
7,03	156
5,94	157
7,13	158
6,43	159
8,71	160
8,94	161
1,70	162
1,65	163
2,06	164
2,36	165
0,42	166
1,60	167
4,18	168
4,26	169



4,21	170
4,62	171
4,91	172
2,97	173
4,16	174
3,46	175
5,67	176
7,26	177
7,34	178
7,29	179
7,70	180
7,99	181
6,05	182
7,24	183
6,54	184
8,80	185
9,04	186
9,21	187

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
1,43	188
1,84	189
1,51	190
2,16	191
0,15	192
1,34	193
4,26	194
4,67	195
4,34	196
4,99	197
2,98	198
4,17	199
3,44	200
7,39	201
7,80	202
7,47	203
8,12	204
6,11	205
7,30	206
6,57	207

1,18	208
4,29	209
5,79	210
7,32	211
8,86	212
9,15	213
9,41	214

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
1,55	215
4,66	216
6,16	217
7,69	218
9,23	219

1,80	220
2,21	221
1,88	222
2,53	223
0,52	224
1,71	225
4,63	226
5,04	227
4,71	228
5,36	229
3,35	230
4,54	231
3,81	232
7,76	233
8,17	234
7,84	235
8,49	236
6,48	237
7,66	238
6,94	239
9,52	240
9,91	241

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,48	242
2,89	243
2,56	244
3,21	245
1,20	246
2,39	247
5,31	248
5,72	249
5,39	250
6,04	251
4,03	252
5,22	253
4,49	254
8,44	255
8,85	256
8,52	257
9,17	258
7,16	259
8,34	260
7,62	261
2,23	262
5,34	263
6,84	264
8,37	265
9,91	266
10,20	267
10,45	268

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,16	269
5,27	270
6,77	271
8,29	272
9,84	273

2,41	274
2,82	275
2,49	276
3,14	277
1,13	278
2,32	279
5,24	280
5,65	281
5,32	282
5,97	283
3,96	284
5,15	285
4,42	286
8,36	287
8,77	288
8,44	289
9,10	290
7,09	291
8,27	292
7,55	293
10,12	294
10,51	295

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,74	296
3,15	297
2,82	298
3,47	299
1,46	300
2,65	301
5,57	302
5,98	303
5,65	304
6,30	305
4,29	306
5,47	307
4,75	308
8,69	309
9,10	310
8,77	311
9,42	312
7,41	313
8,60	314
7,87	315
2,49	316
5,60	317
7,10	318
8,62	319
10,17	320
10,45	321
10,71	322

FOLGA	TRECHO
-------	--------

DE PRESSÃO	T [i]
m	
2,58	323
5,69	324
7,19	325
8,71	326
10,26	327

2,83	328
3,24	329
2,91	330
3,56	331
1,55	332
2,74	333
5,66	334
6,07	335
5,74	336
6,39	337
4,38	338
5,57	339
4,84	340
8,78	341
9,19	342
8,86	343
9,52	344
7,51	345
8,69	346
7,97	347
10,54	348
10,93	349

FOLGA	TRECHO
DE PRESSÃO	T [i]
m	

3,09	350
3,50	351
3,24	352
3,86	353
1,89	354
3,07	355
4,40	356
3,09	357
4,39	358
3,14	359
3,55	360
3,29	361
3,91	362
1,94	363
3,12	364
4,45	365
3,24	366
4,54	367
3,40	368
3,81	369
3,55	370
4,16	371
2,19	372
3,38	373
4,71	374
3,68	375
4,99	376

<b>FOLGA</b>	<b>TRECHO</b>
<b>DE PRESSÃO</b>	<b>T [i]</b>
m	
4,21	377
4,62	378
4,36	379
4,98	380
3,01	381
4,19	382

5,52	383
4,74	384
6,05	385
5,75	386
6,16	387
5,90	388
6,51	389
4,55	390
5,73	391
7,06	392
6,08	393
7,38	394
6,61	395
7,02	396
6,76	397
7,37	398
5,40	399
6,59	400
7,92	401
7,08	402
8,39	403

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
8,06	404
8,47	405
8,21	406
8,82	407
6,85	408
8,04	409
9,34	410
9,10	411
10,39	412

11,59
-------



AR PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA.  
TABELA DE PRESSÕES  
PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO CÂNDIDO PORTINARI  
OBRA: CONDOMÍNIO CÂNDIDO PORTINARI

COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO	DIÂMETRO			VELOC.	PÉ ESQ.	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON.	P. CARGA UNITÁRIA	TOTAL	PRESSÃO JUSANTE
		UNIT.	ACUM.		l/s	EXT	ESP			INT	REAL	EQUIV.				
AQ-01	OA	0	76,80	2,629	54	4,9	44,2	1,71	0	3,70	27,60	31,30	2,55	0,0684	2,14	0,41
	AB	6	76,80	2,629	54	4,9	44,2	1,71	3,08	3,08	7,60	10,68	0,41	0,0684	0,73	2,76
	BC	6	90,00	2,846		54	4,9	44,2	1,85	2,88	2,88	10,48	2,76	0,0786	0,82	4,82
	CD	6	84,00	2,750		54	4,9	44,2	1,79	2,88	2,88	10,48	4,82	0,0739	0,77	6,92
	DE	6	78,00	2,650		54	4,9	44,2	1,73	2,88	2,88	10,18	6,92	0,0693	0,71	9,10
	EF	6	72,00	2,546		54	4,9	44,2	1,66	2,88	2,88	10,18	9,10	0,0646	0,66	11,32
	FG	6	66,00	2,437		42	3,8	34,4	2,62	2,88	2,88	10,18	11,32	0,1970	2,01	12,19
	GH	6	60,00	2,324		42	3,8	34,4	2,50	2,88	2,88	10,18	12,19	0,1812	1,84	13,23
	HI	6	54,00	2,205		42	3,8	34,4	2,37	2,88	2,88	10,18	13,23	0,1652	1,68	14,43
	IJ	6	48,00	2,078		42	3,8	34,4	2,24	2,88	2,88	10,18	14,43	0,1491	1,52	15,79
	JK	6	42,00	1,944		42	3,8	34,4	2,09	2,88	2,88	10,18	15,79	0,1326	1,35	17,32
	KL	6	36,00	1,800		42	3,8	34,4	1,94	2,88	2,88	10,18	17,32	0,1159	1,18	8,00
	LM	6	30,00	1,643		42	3,8	34,4	1,77	2,88	2,88	10,18	8,00	0,0988	1,01	9,87
	MN	6	24,00	1,470		42	3,8	34,4	1,58	2,88	2,88	7,48	9,87	0,0813	0,61	12,15
	NO	6	18,00	1,273		35	3,2	28,6	1,98	2,88	2,88	7,48	12,15	0,1519	1,14	13,89
	OP	6	12,00	1,039		35	3,2	28,6	1,62	2,88	2,88	7,48	13,89	0,1065	0,80	15,97
PQ	6	6,00	0,735		35	3,2	28,6	1,14	2,88	2,88	7,48	15,97	0,0581	0,43	18,42	

VÁLV. RED. PRESSÃO

0

**APÊNDICE E – PRESSÕES DOS TRECHOS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO  
PREDIAL DE ÁGUA FRIA DO CONDOMÍNIO BÚZIOS TROPICAL OTIMIZADA  
UTILIZANDO O MÉTODO GRANADOS**

PRESSÕES DOS TRECHOS DA REDE PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA  
DO CONDOMÍNIO BÚZIUS TROPICAL OTIMIZADA UTILIZANDO O MÉTODO GRANADOS

TRECHO ANTERIOR	TRECHO T [i]	PRECÇO	PRECÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [l]	DIÁMETRO EXT DIJ ESP mm	VELOC. m/s	DES NIVEL m	REAL m	PERDAS J90°	PERDAS J45°	COMPRIMENTO		EQUIV. TOT LT [l]	PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA T.RETO m	P.CARGA CONEXÕES m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	PRESSÃO MÍNIMA m						
				UNIT.	ACUM.								TÉPD	TÉSL									RG					
GUARITA	11	21,99	88,40	0,60	1,00	0,300	25	1,7	21,6	0,82	-0,90	3,00	2,00	1,00	0,00	56,70	0,0485	2,4774	0,2715	2,7489	8,49	3,00						
PISCINA/ REST.	4	18,10	19,68	0,00	1,40	0,355	20	1,5	17,0	1,56	-1,31	3,00	0,00	1,00	0,00	4,10	0,2030	3,0042	0,8322	3,8364	6,64	1,00						
	3	44,46	20,84	0,10	1,00	0,300	50	3,0	44,0	0,20	-0,60	3,58	4,00	0,00	2,00	28,10	0,0017	0,0059	0,0464	0,0523	11,13	5,00						
	4	4,93	11,64	1,40	2,40	0,465	50	3,0	44,0	0,31	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,20	0,0036	0,0071	0,0078	0,0149	11,79	5,00						
	5	17,86	4,47	0,10	1,00	0,300	20	1,5	17,0	1,32	-0,60	3,36	4,00	0,00	2,00	9,10	0,1512	0,5081	1,3761	1,8842	9,32	5,00						
	6	4,93	30,26	2,40	3,40	0,553	50	3,0	44,0	0,36	-0,06	5,20	0,00	1,00	0,00	7,40	0,0048	0,0251	0,0106	0,0357	11,80	5,00						
	7	17,18	4,16	1,40	1,40	0,355	20	1,5	17,0	1,56	-1,10	3,13	2,00	0,00	1,00	4,60	0,2030	0,6353	0,9337	1,5691	9,23	1,00						
	8	4,93	18,45	3,40	4,80	0,657	50	3,0	44,0	0,43	0,00	3,17	0,00	1,00	0,00	5,37	0,0085	0,0207	0,0143	0,0350	11,90	5,00						
	9	17,27	13,05	0,40	0,80	0,268	20	1,5	17,0	1,18	-1,14	9,81	1,00	1,00	0,00	3,90	0,1244	1,2203	0,4851	1,7055	9,09	5,00						
	10	3,16	36,08	4,80	5,60	0,710	50	3,0	44,0	0,47	-0,08	6,20	1,00	0,00	1,00	10,50	0,0075	0,0462	0,0783	0,1245	11,93	5,00						
HIDROM.	11																											
	13	8,81	96,61	10,24	10,24	0,960	50	3,0	44,0	0,63	0,26	16,60	0,00	1,00	0,00	20,10	0,0126	0,2099	0,0442	0,2541	12,14	2,00						
	12	13	19,40	22,54	1,00	1,00	0,300	20	1,5	1,32	-6,19	16,95	6,00	2,00	0,00	9,80	0,80	26,75	12,13	1,4819	4,0450	1,89	1,00					
	13	4,93	110,58	0,00	0,00	1,280	50	3,0	44,0	0,83	0,40	19,00	0,00	1,00	0,00	2,20	0,0203	0,3866	0,0448	0,4314	12,13	2,00						
	14	15	19,40	22,54	1,00	1,00	0,300	20	1,5	1,32	-6,19	16,95	6,00	2,00	0,00	9,80	0,80	26,75	12,16	1,4819	4,0450	1,93	1,00					
	15	17	8,81	113,49	0,00	0,00	1,580	50	3,0	1,03	0,39	19,50	0,00	1,00	0,00	3,50	0,0296	0,5766	0,1035	0,6801	12,16	2,00						
	16	17	18,97	19,88	1,00	1,00	0,300	20	1,5	1,32	-6,20	14,95	6,00	1,00	0,00	9,40	0,1512	2,2607	1,4214	3,6821	2,57	1,00						
	17	83	3,88	107,09	0,00	0,00	1,860	50	3,0	1,22	0,09	18,40	0,00	1,00	0,00	8,60	0,0402	0,7402	0,3460	1,0861	12,45	2,00						
APTO.	TIPO 01	BLOCO 02 COLUNA AF 02																										
18	20	43,07	18,92	0,70	1,10	0,315	50	3,0	44,0	0,21	-1,00	3,25	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	12,55	7,41	0,0018	0,0058	0,0167	0,0225	6,39	2,50
19	20	18,29	7,32	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	12,70	7,41	0,1107	0,6087	0,7969	1,4056	4,90	1,00
20	22	4,93	4,66	0,70	1,80	0,402	50	3,0	44,0	0,26	-0,80	0,80	0,00	1,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	8,22	0,0028	0,0022	0,0061	0,0083	7,41	3,00
21	22	16,84	1,46	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	1,00	1,10	0,00	1,00	0,00	3,50	0,00	1,644	0,1808	0,5753	0,7561	8,46	2,50					
22	24	4,93	12,51	1,80	2,90	0,511	50	3,0	44,0	0,34	-2,15	2,15	0,00	1,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35	10,39	0,0042	0,0090	0,0092	0,0182	8,22	3,00
23	24	18,29	7,32	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,107	0,6087	0,7969	1,4056	7,88	1,00					
24	26	4,93	4,66	0,70	3,60	0,569	50	3,0	44,0	0,37	-0,80	0,80	0,00	1,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	11,20	0,0051	0,0041	0,0111	0,0152	10,39	3,00
25	26	16,84	1,46	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	1,00	1,10	0,00	1,00	0,00	3,50	0,00	1,644	0,1808	0,5753	0,7561	11,44	2,50					
26	28	0,00	12,51	3,60	4,70	0,650	50	3,0	44,0	0,43	-2,15	2,15	0,00	1,00	0,00	7,30	0,00	0,064	0,0467	0,0604	9,45	13,41	0,0084	0,0138	0,0467	0,0804	11,20	3,00
27	28	18,63	7,32	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,10	5,50	5,00	1,00	0,00	8,30	0,00	1,107	0,6087	0,9186	1,5274	10,78	1,00					
28	38	11,97	66,35	0,70	5,40	0,697	50	3,0	44,0	0,46	0,19	11,40	1,00	1,00	0,00	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00	18,10	13,35	0,0072	0,0823	0,0484	0,1307	13,41	3,00
APTO.	TIPO 01	BLOCO 02 COLUNA AF 01																										
29	31	19,81	7,01	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	-1,80	4,05	2,00	0,00	1,00	0,00	3,40	0,0527	0,2134	0,1792	0,3926	5,42	2,50					
30	31	16,84	1,46	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	1,00	1,10	0,00	1,00	0,00	3,50	0,00	1,644	0,1808	0,5753	0,7561	7,85	2,50					
31	33	1,95	8,77	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,15	2,15	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,292	0,0627	0,0889	7,61	2,00						
32	33	18,29	7,32	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	7,20	0,00	1,107	0,6087	0,7969	1,4056	7,34	1,00					
33	35	1,95	3,26	0,70	2,90	0,511	32	2,1	27,8	0,84	-0,80	0,80	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,297	0,0334	0,0631	9,85	2,00						
34	35	16,84	1,46	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	1,00	1,10	0,00	1,00	0,00	3,50	0,00	1,644	0,1808	0,5753	0,7561	10,95	2,50					
35	37	0,00	8,77	2,90	4,00	0,600	32	2,1	27,8	0,99	-2,15	2,15	0,00	1,00	0,00	3,10	0,00	0,492	0,1057	0,1525	0,2582	10,71	2,00					
36	37	18,63	7,32	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,10	5,50	5,00	1,00	0,00	8,30	0,00	1,107	0,6087	0,9186	1,5274	10,49	1,00					
37	38	0,00	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	0,00	1,00	0,00	4,60	0,00	0,185	0,1477	0,1885	13,12	2,00						
38	50	4,93	65,18	0,00	0,00	1,350	50	3,0	44,0	0,89	0,23	11,20	0,00	1,00	0,00	2,20	0,00	0,230	0,2571	0,0505	0,3077	13,35	2,00					
TRECHO ANTERIOR	TRECHO T [i]	PRECÇO	PRECÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [l]	DIÁMETRO EXT DIJ ESP mm	VELOC. m/s	DES NIVEL m	REAL m	PERDAS J90°	PERDAS J45°	COMPRIMENTO		EQUIV. TOT LT [l]	PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA T.RETO m	P.CARGA CONEXÕES m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	PRESSÃO MÍNIMA m						

APTO.	TIPO 01	BLOCO 02 COLUNA AF - 02											TIPO 01	PREÇO	CONEXÕES	P.CARGA	T.RETO	P.CARGA	CONEXÕES	P.CARGA	PRESSÃO	P.CARGA	PRESSÃO	MÍNIMA			
		1981	562	0.70	1.10	0.315	25	1.7	216	0.86	-1,00	3,25													2,00	0,00	1,00
39	41	1981	562	0.70	1.10	0.315	25	1.7	216	0.86	-1,00	3,25	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	3,40	6,85	5,72	0,0527	0,1713	0,1792	0,3504	4,37	2,50	
40	41	1829	732	0.70	1.80	0.251	20	1.5	170	1.11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	7,20	12,70	5,72	0,1107	0,6087	0,7969	1,4056	3,21	1,00	
41	43	0.72	1.38	0.70	1.80	0.402	25	1,7	216	1,10	-0,80	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	3,50	1,80	6,85	0,0811	0,0649	0,0649	0,1297	5,72	2,00	
42	43	1684	146	0.70	1.10	0.315	20	1,5	170	1,39	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	3,50	4,60	6,85	0,1644	0,1808	0,5753	0,7561	6,89	2,50		
43	45	0.72	3.72	1.80	2.90	0.511	25	1,7	216	1,39	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	0,80	2,95	9,16	9,16	0,1231	0,2646	0,0985	0,3631	6,65	2,00	
44	45	1829	732	0.70	2.00	0.251	20	1,5	170	1,11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	7,20	12,70	9,16	0,1487	0,6087	0,7969	1,4056	6,66	1,00	
45	47	0.72	1.38	0.70	3.60	0.569	25	1,7	216	1,55	-0,80	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,80	1,60	10,20	10,20	0,1644	0,1190	0,1190	0,2379	9,16	2,00	
46	47	1684	146	0.70	1.10	0.315	20	1,5	170	1,39	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	3,50	4,60	10,20	10,20	0,1644	0,1808	0,5753	0,7561	10,44	2,50	
47	49	0.00	8.77	3.60	4.70	0.650	32	2,1	278	1,07	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	3,10	5,25	12,65	0,0566	0,1218	0,1756	0,2973	10,20	2,00		
48	49	1829	732	0.70	2.00	0.251	20	1,5	170	1,11	-1,10	5,50	5,00	1,00	0,00	1,00	0,00	8,30	13,80	12,65	0,1107	0,6087	0,9186	1,5274	10,02	1,00	
49	50	2.03	46.51	0.70	5.40	0.697	32	2,1	278	1,15	0,19	11,40	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	3,80	15,20	13,43	0,0640	0,7291	0,2430	0,9721	12,65	2,00	
50	60	17.15	92.88	0.00	0.00	2.050	60	3.3	53.4	0.92	0.16	8.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.30	10.30	13.47	0.0190	0.1521	0.0437	0.1958	13.43	2.00		
APTO.		TIPO 01		BLOCO 02 COLUNA AF 01																							
51	53	1776	539	0.70	1.10	0.315	20	1.5	170	1.39	-1,80	4,05	2,00	0,00	1,00	0,00	3,00	7,05	5,56	0,1644	0,6657	0,4931	1,1588	2,60	2,50		
52	53	1684	146	0.70	1.10	0.315	20	1,5	170	1,39	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	3,50	4,60	5,56	0,1644	0,1808	0,5753	0,7561	5,80	2,50		
53	55	0.58	2.86	1.10	2.20	0.445	20	1,5	170	1,96	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	0,70	2,85	8,57	0,3015	0,6481	0,2110	0,8591	5,56	2,00		
54	55	1829	732	0.70	0.70	0.251	20	1,5	170	1,11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	7,20	12,70	8,57	0,1107	0,6087	0,7969	1,4056	6,06	1,00	
55	57	0.58	1.06	0.70	2.90	0.511	20	1,5	170	2,25	-0,80	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,70	1,50	9,94	9,94	0,3839	0,3071	0,2687	0,5758	8,57	2,00	
56	57	1684	146	0.70	1.10	0.315	20	1,5	170	1,39	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	3,50	4,60	9,94	0,1644	0,1808	0,5753	0,7561	10,19	2,50		
57	59	0.00	3.72	2.90	4.00	0.600	25	1,7	216	1,64	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	2,40	4,55	12,84	0,1631	0,3506	0,3914	0,7420	9,94	2,00		
58	59	1863	732	0.70	0.70	0.251	20	1,5	170	1,11	-1,10	5,50	5,00	1,00	0,00	1,00	0,00	8,30	13,80	12,84	0,1107	0,6087	0,9186	1,5274	10,21	1,00	
59	60	0.00	32.64	0.70	4.70	0.650	32	2,1	278	1,07	0,00	8,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,10	11,10	13,47	0,0566	0,4531	0,1756	0,6287	12,84	2,00		
60	72	30.45	185.02	0.00	0.00	2.700	75	4.2	66.6	0.78	0.23	11.20	0.00	1.00	0.00	0.00	2.40	13.60	13.38	0.0108	0.1207	0.0259	0.1466	13.47	2.00		
APTO.		TIPO 01		BLOCO 01 COLUNA AF - 02																							
61	63	1981	562	0.70	1.10	0.315	25	1.7	216	0.86	-1,00	3,25	2,00	0,00	1,00	0,00	3,40	6,65	5,11	0,0527	0,1713	0,1792	0,3504	3,76	2,50		
62	63	1829	732	0.70	0.70	0.251	20	1,5	170	1,11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	7,20	12,70	5,11	0,1107	0,6087	0,7969	1,4056	2,61	1,00	
63	65	0.72	1.38	0.70	1.80	0.402	25	1,7	216	1,10	-0,80	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,80	1,60	6,04	6,04	0,0811	0,0649	0,0649	0,1297	5,11	2,00	
64	65	1684	146	0.70	1.10	0.315	20	1,5	170	1,39	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	3,50	4,60	6,04	0,1644	0,1808	0,5753	0,7561	6,29	2,50		
65	67	0.72	3.72	1.80	2.90	0.511	25	1,7	216	1,39	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	0,80	2,95	8,56	8,56	0,1231	0,2646	0,0985	0,3631	6,04	2,00	
66	67	1829	732	0.70	0.70	0.251	20	1,5	170	1,11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	7,20	12,70	8,56	0,1107	0,6087	0,7969	1,4056	6,05	1,00	
67	69	0.72	1.38	0.70	3.60	0.569	25	1,7	216	1,55	-0,80	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,80	1,60	9,80	9,80	0,1487	0,1190	0,1190	0,2379	8,56	2,00	
68	69	1684	146	0.70	1.10	0.315	20	1,5	170	1,39	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	3,50	4,60	9,80	0,1644	0,1808	0,5753	0,7561	9,84	2,50		
69	71	0.00	3.72	3.60	4.70	0.650	25	1,7	216	1,77	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	2,40	4,55	12,60	0,1878	0,4037	0,4507	0,8544	9,80	2,00		
70	71	1863	732	0.70	0.70	0.251	20	1,5	170	1,11	-1,10	5,50	5,00	1,00	0,00	1,00	0,00	8,30	13,80	12,60	0,1107	0,6087	0,9186	1,5274	9,97	1,00	
71	72	2.03	46.51	0.70	5.40	0.697	32	2,1	278	1,15	0,19	11,40	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	3,80	15,20	13,38	0,0640	0,7291	0,2430	0,9721	12,60	2,00	
72	82	30.45	132.16	0.00	0.00	3.400	75	4.2	66.6	0.98	0.16	8.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.40	10.40	13.39	0.0161	0.1291	0.0387	0.1678	13.38	2.00		
APTO.		TIPO 01		BLOCO 02 COLUNA AF 01																							
73	75	1776	539	0.70	1.10	0.315	20	1.5	170	1.39	-1,80	4,05	2,00	0,00	1,00	0,00	3,00	7,05	5,46	0,1644	0,6657	0,4931	1,1588	2,50	2,50		
74	75	1684	146	0.70	1.10	0.315	20	1,5	170	1,39	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	3,50	4,60	5,46	0,1644	0,1808	0,5753	0,7561	5,71	2,50		
75	77	0.58	2.86	1.10	2.20	0.445	20	1,5	170	1,96	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	0,70	2,85	8,47	0,3015	0,6481	0,2110	0,8591	5,46	2,00		
76	77	1829	732	0.70	0.70	0.251	20	1,5	170	1,11	-1,10	5,50	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	7,20	12,70	8,47	0,1107	0,6087	0,7969	1,4056	5,96	1,00	
77	79	0.58	1.06	0.70	2.90	0.511	20	1,5	170	2,25	-0,80	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,70	1,50	9,85	9,85	0,3839	0,3071	0,2687	0,5758	8,47	2,00	
78	79	1684	146	0.70	1.10	0.315	20	1,5	170	1,39	1,00	1,10	1,00	0,00	1,00	0,00	3,50	4,60	9,85	0,1644	0,1808	0,5753	0,7561	10,09	2,50		
79	81	0.00	3.72	2.90	4.00	0.600	25	1,7	216	1,64	-2,15	2,15	0,00	0,00	1,00	0,00	2,40	4,55	12,74	0,1631	0,3506	0,3914	0,7420	9,85	2,00		
TRECHO ANTERIOR		CONEXÕES		PREÇO		PESOS		VAZÃO		DES		VELOC.		NIVEL		PERDAS LOCALIZ. EQUIV.		EQUIV. TOT LT (J)		PRESSÃO		DISPON.		PRESSÃO		JUSANTE	
T [I]	TA [I]	PR [I]	UNIT.</																								





162	163	18,29	12,83	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	16,85	11,59	0,1107	1,0680	0,7969	1,8649	8,58	1,00		
163	165	4,93	65,18	0,00	0,00	1,120	50	3,0	44,0	0,74	0,20	11,20	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	2,20	13,40	11,62	0,0166	0,1854	0,0364	0,2219	11,59	7,00		
<b>BANGALÓ</b>																															
164	165	18,29	10,57	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	-1,08	7,95	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	15,15	11,62	0,1644	1,3067	1,1835	2,4902	8,05	2,50		
165	167	4,93	11,64	0,00	0,00	1,430	50	3,0	44,0	0,94	0,04	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,20	4,20	11,69	0,0254	0,0508	0,0559	0,1066	11,62	6,00		
166	167	18,29	12,83	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	16,85	11,69	0,1107	1,0680	0,7969	1,8649	8,67	1,00		
167	169	4,93	65,18	0,00	0,00	1,680	50	3,0	44,0	1,10	0,20	11,20	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,20	13,40	11,94	0,0337	0,3770	0,0741	0,4511	11,69	7,00		
<b>BANGALÓ</b>																															
168	169	18,29	10,57	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	-1,08	7,95	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	15,15	11,94	0,1644	1,3067	1,1835	2,4902	8,37	2,50		
169	171	4,93	11,64	0,00	0,00	1,990	50	3,0	44,0	1,31	0,04	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,20	4,20	12,09	0,0453	0,0906	0,0996	0,1902	11,94	6,00		
170	171	18,29	12,83	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	16,85	12,09	0,1107	1,0680	0,7969	1,8649	9,08	1,00		
171	173	4,93	65,18	0,00	0,00	2,240	50	3,0	44,0	1,47	0,20	11,20	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,20	13,40	12,64	0,0557	0,6238	0,1225	0,7463	12,09	7,00		
<b>BANGALÓ</b>																															
172	173	18,29	10,57	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	-1,08	7,95	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	15,15	12,64	0,1644	1,3067	1,1835	2,4902	9,07	2,50		
173	175	17,15	23,22	0,00	0,00	2,550	60	3,3	53,4	1,14	0,04	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,30	4,30	12,72	0,0279	0,0557	0,0641	0,1198	12,64	6,00		
174	175	18,29	12,83	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	16,85	12,72	0,1107	1,0680	0,7969	1,8649	9,71	1,00		
175	177	17,15	130,03	0,00	0,00	2,800	60	3,3	53,4	1,25	0,20	11,20	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,30	13,50	12,97	0,0328	0,3674	0,0755	0,4429	12,72	7,00		
<b>BANGALÓ</b>																															
176	177	18,29	10,57	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	-1,08	7,95	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	15,15	12,97	0,1644	1,3067	1,1835	2,4902	9,40	2,50		
177	179	17,15	23,22	0,00	0,00	3,110	60	3,3	53,4	1,39	0,04	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	2,30	4,30	13,10	0,0394	0,0789	0,0907	0,1695	12,97	6,00		
178	179	18,29	12,83	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,15	9,65	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	16,85	13,10	0,1107	1,0680	0,7969	1,8649	10,09	1,00		
179	181	62,95	208,15	0,00	0,00	3,360	75	4,2	66,6	0,96	0,18	12,60	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	4,10	16,70	13,18	0,0158	0,1992	0,0648	0,2640	13,10	7,00		
<b>BANGALÓ</b>																															
180	181	17,86	8,05	0,70	1,10	0,315	20	1,5	17,0	1,39	-1,09	6,05	4,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	6,80	12,85	13,18	0,1644	0,9944	1,1177	2,1121	9,98	2,50		
181	183	95,45	92,51	0,00	0,00	3,670	75	4,2	66,6	1,05	-0,02	5,60	0,00	2,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	5,80	11,40	13,41	0,0184	0,1033	0,1070	0,2103	13,18	6,00		
182	183	18,29	5,39	0,70	0,70	0,251	20	1,5	17,0	1,11	-1,20	4,05	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	7,20	11,25	13,41	0,1107	0,4482	0,7969	1,2451	10,97	1,00		
183	184	221,95	178,42	0,00	0,00	3,920	75	4,2	66,6	1,13	0,18	10,80	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	14,10	24,90	13,75	0,0207	0,2236	0,2919	0,5155	13,41	7,00		
<b>RESERV. SUPERIOR</b>																															
184	-	342,21	623,29	0,00	0,00	15,710	160	8,9	142,2	0,99	13,90	13,75	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	9,40	23,15	0,00	0,0064	0,0880	0,0602	0,1482	13,75	11,00		
<b>CUSTO</b>																															
9.549,27																															
3.875,77 5.673,50																															

FOLGA DE PRESSÃO m
5,49
5,64
6,13
6,79
4,32
6,80
8,23
6,90
4,09
6,93
10,14
0,89
10,13
0,93
10,16
1,57
10,45
3,89
3,90
4,41
5,96
5,22
6,88
7,39
8,94
8,20
9,78
10,41
2,92
5,35
5,61
6,34
7,85
8,45
8,71
9,49
11,12
11,35
FOLGA DE PRESSÃO m



1,87
2,21
3,72
4,39
4,65
5,66
7,16
7,94
8,20
9,02
10,65
11,43
0,10
3,30
3,56
5,06
6,57
7,69
7,94
9,21
10,84
11,47
1,26
1,61
3,11
3,79
4,04
5,05
6,56
7,34
7,60
8,97
10,60
11,38
0,00
3,21
3,46
4,96
6,47
7,59
7,85
<b>FOLGA</b>
<b>DE PRESSÃO</b>
<b>m</b>
9,11
10,74

11.39
11.45
0.34
3.69
3.95
7.74
8.00
0.08
3.30
4.53
7.19
8.55
11.18
11.51
1.55
4.77
6.00
8.66
10.02
0.04
3.39
3.65
7.44
7.70
10.88
11.35
0.14
3.49
3.75
7.54
7.80
1.65
4.87
5.10
8.76
9.12
<b>FOLGA</b>
<b>DE PRESSÃO</b>
m
9.98
10.31
1.44
4.66

5.39
8.55
9.41
0.67
4.02
4.27
7.33
7.59
10.77
11.24
0.09
3.44
3.70
7.49
7.75
1.60
4.82
5.06
8.71
9.07
9.94
10.27
1.50
4.72
4.95
8.61
8.97
0.73
4.08
4.33
7.39
7.65
10.83
11.30
<b>FOLGA</b>
<b>DE PRESSÃO</b>
<b>m</b>
5.44
5.31
7.70
4.72
5.52
5.59

7.58
4.59
5.55
5.62
7.67
4.69
5.87
5.94
8.08
5.09
6.57
6.64
8.71
5.72
6.90
6.97
9.09
6.10
7.48
7.18
9.97
6.41
2.75



T [i]	TA [i]	PR [i]	UNIT.	ACUM.	l/s	mm	mm	mm	m/s	m	m	m	m	m	m/m	m	m
<b>HIDROM.</b>																	
25	27	93,46	9,61	9,61	0,930	40	2,4	35,2	0,96	0,26	16,60	7,60	24,20	8,28	0,0345	0,84	7,70
26	27	69,16	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	16,95	7,90	24,85	8,28	0,0146	0,36	1,72
27	29	106,97	0,00	0,00	1,230	40	2,4	35,2	1,26	0,40	19,00	6,60	25,60	9,32	0,0563	1,44	8,28
28	29	69,16	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,19	16,95	7,90	24,85	9,32	0,0146	0,36	2,76
29	31	113,49	0,00	0,00	1,530	50	3,0	44,0	1,01	0,39	19,50	11,80	31,30	9,82	0,0286	0,89	9,32
30	31	61,00	1,00	1,00	0,300	32	2,1	27,8	0,49	-6,20	14,95	7,90	22,85	9,82	0,0146	0,33	3,29
31	187	213,62	0,00	0,00	1,830	60	3,3	53,4	0,82	0,09	18,40	12,50	30,90	10,21	0,0156	0,48	9,82
<b>APTO.</b>																	
<b>TIPO 01 BLOCO 03 COLUNA AF 02</b>																	
32	39	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	4,13	0,0355	0,39	2,64
33	36	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,84	0,0169	0,06	3,18
34	35	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,54	0,0065	0,01	3,13
35	36	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,84	0,0217	0,10	3,54
36	38	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	3,08	0,0355	0,24	3,84
37	38	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	3,08	0,0217	0,09	1,89
38	39	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	3,25	6,60	9,85	4,13	0,0052	0,05	3,08
39	47	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,97	0,0080	0,04	4,13
40	48	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	7,21	0,0355	0,39	5,72
41	44	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	6,43	0,0169	0,06	5,77
42	43	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,13	0,0065	0,01	5,72
43	44	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	6,43	0,0217	0,10	6,13
44	46	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,67	0,0355	0,24	6,43
45	46	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,67	0,0217	0,09	4,49
46	47	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,97	0,0527	0,30	5,67
47	48	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	7,21	0,0121	0,08	4,97
48	56	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	8,09	0,0146	0,08	7,21
49	57	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	10,36	0,0355	0,43	8,83
50	53	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	9,54	0,0169	0,06	8,88
51	52	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,24	0,0065	0,01	8,83
52	53	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	9,54	0,0217	0,10	9,24

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m			
53	55	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	0,0355	0,24
54	55	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	0,0217	0,09

55	56	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	8,09	0,0527	0,30	8,78
56	57	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	10,36	0,0185	0,12	8,09
57	82	188,33	0,70	5,40	0,697	75	4,2	66,6	0,20	0,19	11,40	9,30	20,70	10,19	0,0010	0,02	10,36
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 03</b>	<b>COLUNA AF 01</b>														
58	61	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,52	0,0169	0,06	2,86
59	60	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,22	0,0065	0,01	2,81
60	61	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,52	0,0217	0,10	3,22
61	63	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,77	0,0355	0,24	3,52
62	63	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,77	0,0217	0,09	1,58
63	71	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,62	0,0052	0,06	2,77
64	72	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,83	0,0355	0,39	5,34
65	68	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	6,08	0,0169	0,06	5,42
66	67	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,78	0,0065	0,01	5,37
67	68	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	6,08	0,0217	0,10	5,78
68	70	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,32	0,0355	0,24	6,08
69	70	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,32	0,0217	0,09	4,13
70	71	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,62	0,0527	0,30	5,32
71	72	12,10	1,10	2,20	0,445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,83	0,0095	0,06	4,62
72	80	4,50	0,70	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,70	0,0121	0,07	6,83
73	81	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,96	0,0355	0,43	8,43
74	77	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	9,15	0,0169	0,06	8,50
75	76	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,86	0,0065	0,01	8,45
76	77	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	9,15	0,0217	0,10	8,86
77	79	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	8,40	0,0355	0,24	9,15
78	79	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,40	0,0217	0,09	7,21
79	80	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,70	0,0527	0,30	8,40
80	81	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,96	0,0160	0,11	7,70
81	82	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	4,60	12,60	10,19	0,0185	0,23	9,96
82	109	185,02	0,00	0,00	1,350	75	4,2	66,6	0,39	0,23	11,20	7,80	19,00	10,02	0,0032	0,06	10,19

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT D[i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
APTO.	TIPO 01	BLOCO 02	COLUNA AF - 02														
83	90	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	3,56	0,0355	0,39	2,07
84	87	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,26	0,0169	0,06	2,60
85	86	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	2,97	0,0065	0,01	2,56

86	87	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,26	0,0217	0,10	2,97
87	89	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,51	0,0355	0,24	3,26
88	89	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,32	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,51	0,0217	0,09	1,32
89	90	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,52	-1,00	3,25	6,60	9,85	3,56	0,0052	0,05	2,51
90	98	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,40	0,0080	0,04	3,56
91	99	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,63	0,0355	0,39	5,14
92	95	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,86	0,0169	0,06	5,20
93	94	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,56	0,0065	0,01	5,15
94	95	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,86	0,0217	0,10	5,56
95	97	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,10	0,0355	0,24	5,86
96	97	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,10	0,0217	0,09	3,91
97	98	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,40	0,0527	0,30	5,10
98	99	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,63	0,0121	0,08	4,40
99	107	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,51	0,0146	0,08	6,63
100	108	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,79	0,0355	0,43	8,25
101	104	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,11	0,0169	0,06	7,45
102	103	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,82	0,0065	0,01	7,40
103	104	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,11	0,0217	0,10	7,82
104	106	4,84	0,30	3,90	0,592	25	1,7	21,6	1,62	1,00	2,80	4,10	6,90	8,21	0,1595	1,10	8,11
105	106	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,21	0,0217	0,09	7,02
106	107	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,51	0,0527	0,30	8,21
107	108	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,79	0,0185	0,12	7,51
108	109	64,18	0,70	5,40	0,697	40	2,4	35,2	0,72	0,19	11,40	9,00	20,40	10,02	0,0208	0,43	9,79
109	134	132,16	0,00	0,00	2,050	75	4,2	66,6	0,59	0,16	8,00	7,80	15,80	9,97	0,0067	0,11	10,02
	<b>TIPO 01</b>																
	<b>BLOCO 02</b>																
	<b>COLUNA</b>																
	<b>AF 01</b>																
110	113	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,30	0,0169	0,06	2,64
111	112	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,00	0,0065	0,01	2,59
112	113	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,30	0,0217	0,10	3,00
113	115	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,54	0,0355	0,24	3,30
114	115	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,54	0,0217	0,09	1,35
115	123	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,40	0,0052	0,06	2,54
116	124	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,61	0,0355	0,39	5,12
117	120	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,85	0,0169	0,06	5,19
118	119	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,56	0,0065	0,01	5,15
119	120	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,85	0,0217	0,10	5,56
120	122	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,10	0,0355	0,24	5,85
121	122	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,10	0,0217	0,09	3,91
122	123	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,40	0,0527	0,30	5,10
123	124	12,10	1,10	2,20	0,445	40	2,4	35,2	0,46	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,61	0,0095	0,06	4,40
124	132	4,50	0,70	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,48	0,0121	0,07	6,61
125	133	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,73	0,0355	0,43	8,20
126	129	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,93	0,0169	0,06	8,27
127	128	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,64	0,0065	0,01	8,22
128	129	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,93	0,0217	0,10	8,64
129	131	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	8,18	0,0355	0,24	8,93
130	131	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,18	0,0217	0,09	6,99



TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i]	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m					TOT L [i]
131	132	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,48	0,0527	0,30	8,18
132	133	12,10	2,90	4,00	0,600	40	2,4	35,2	0,62	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,73	0,0160	0,11	7,48
133	134	45,04	0,70	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	0,00	8,00	4,60	12,60	9,97	0,0185	0,23	9,73
134	161	185,02	0,00	0,00	2,700	75	4,2	66,6	0,78	0,23	11,20	7,80	19,00	9,94	0,0108	0,20	9,97
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 01</b>	<b>COLUNA</b>	<b>AF - 02</b>													
135	142	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	3,48	0,0355	0,39	1,99
136	139	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,18	0,0169	0,06	2,52
137	138	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	2,89	0,0065	0,01	2,48
138	139	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,18	0,0217	0,10	2,89
139	141	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,43	0,0355	0,24	3,18
140	141	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,43	0,0217	0,09	1,24
141	142	18,30	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,00	3,25	6,60	9,85	3,48	0,0052	0,05	2,43
142	150	4,50	0,70	1,80	0,402	40	2,4	35,2	0,41	-0,80	0,80	4,60	5,40	4,32	0,0080	0,04	3,48
143	151	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,55	0,0355	0,39	5,06
144	147	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,78	0,0169	0,06	5,12
145	146	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	5,48	0,0065	0,01	5,07
146	147	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	5,78	0,0217	0,10	5,48
147	149	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	5,02	0,0355	0,24	5,78
148	149	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	5,02	0,0217	0,09	3,83
149	150	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	4,32	0,0527	0,30	5,02
150	151	12,10	1,80	2,90	0,511	40	2,4	35,2	0,52	-2,15	2,15	4,60	6,75	6,55	0,0121	0,08	4,32
151	159	4,50	0,70	3,60	0,569	40	2,4	35,2	0,58	-0,80	0,80	4,60	5,40	7,43	0,0146	0,08	6,55
152	160	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	6,70	12,20	9,71	0,0355	0,43	8,17
153	156	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	8,03	0,0169	0,06	7,37
154	155	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,74	0,0065	0,01	7,32
155	156	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	8,03	0,0217	0,10	7,74
156	158	4,84	0,30	3,90	0,592	25	1,7	21,6	1,62	1,00	2,80	4,10	6,90	8,13	0,1595	1,10	8,03
157	158	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	8,13	0,0217	0,09	6,94
158	159	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,60	5,70	7,43	0,0527	0,30	8,13
159	160	12,10	3,60	4,70	0,650	40	2,4	35,2	0,67	-2,15	2,15	4,60	6,75	9,71	0,0185	0,12	7,43
160	161	64,18	0,70	5,40	0,697	40	2,4	35,2	0,72	0,19	11,40	9,00	20,40	9,94	0,0208	0,43	9,71
161	166	132,16	0,00	0,00	3,400	75	4,2	66,6	0,98	0,16	8,00	7,80	15,80	10,04	0,0161	0,25	9,94
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 01</b>	<b>BLOCO 01</b>	<b>COLUNA</b>	<b>AF 01</b>													
162	165	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	3,36	0,0169	0,06	2,70
163	164	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,06	0,0065	0,01	2,65
164	165	1,38	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	0,80	3,60	4,40	3,36	0,0217	0,10	3,06
165	167	4,84	0,30	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,80	4,10	6,90	2,60	0,0355	0,24	3,36
166	167	2,42	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,40	2,60	4,00	2,60	0,0217	0,09	2,42
167	175	22,80	0,70	1,10	0,315	40	2,4	35,2	0,32	-1,80	4,05	6,60	10,65	4,46	0,0052	0,06	1,60
168	176	9,52	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,10	5,50	5,50	11,00	6,67	0,0355	0,39	5,18
169	172	2,96	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,71	1,70	3,41	5,91	0,0169	0,06	5,26



208	210	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	6,79	0,0355	0,41	2,18
209	210	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	6,79	0,0355	0,25	5,29
210	212	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	9,86	0,0196	0,12	6,79
211	212	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	9,86	0,0355	0,29	8,32
212	213	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	10,15	0,0280	0,29	9,86
213	214	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	10,41	0,0378	0,26	10,15
214	241	317,46	0,00	0,00	6,860	85	4,7	75,6	1,53	0,33	15,60	11,90	27,50	10,91	0,0302	0,83	10,41

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m					TOT L [i] m
APTO.	TIPO 02	BLOCO 03	COLUNA	AF 02													
215	217	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	7,16	0,0355	0,41	2,55
216	217	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	7,16	0,0355	0,25	5,66
217	219	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	10,23	0,0196	0,12	7,16
218	219	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	10,23	0,0355	0,29	8,69
219	240	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	10,52	0,0280	0,29	10,23

APTO.	TIPO 02	BLOCO 03	COLUNA	AF - 01													
220	221	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,21	0,0065	0,01	2,80
221	223	2,63	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,52	4,10	5,62	3,53	0,0217	0,12	3,21
222	223	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	3,53	0,0169	0,05	2,88
223	225	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	2,71	0,0355	0,18	3,53
224	225	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	2,71	0,0217	0,09	1,52
225	232	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	4,81	0,0159	0,15	2,71
226	227	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,04	0,0065	0,01	5,63
227	229	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	6,36	0,0217	0,12	6,04
228	229	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	6,36	0,0169	0,05	5,71
229	231	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	5,54	0,0355	0,18	6,36
230	231	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	5,54	0,0217	0,09	4,35
231	232	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	4,81	0,0527	0,27	5,54
232	239	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	7,94	0,0292	0,18	4,81
233	234	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,17	0,0065	0,01	8,76
234	236	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	9,49	0,0217	0,12	9,17
235	236	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	9,49	0,0169	0,05	8,84
236	238	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	8,66	0,0355	0,18	9,49
237	238	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	8,66	0,0217	0,09	7,48
238	239	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	7,94	0,0527	0,27	8,66
239	240	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	10,52	0,0416	0,43	7,94
240	241	39,41	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,05	7,00	4,60	11,60	10,91	0,0378	0,44	10,52
241	268	93,61	0,00	0,00	7,840	85	4,7	75,6	1,75	0,08	4,60	11,90	16,50	11,45	0,0381	0,63	10,91

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 02</b>	<b>BLOCO 02</b>	<b>COLUNA AF - 04</b>														
242	243	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	3,89	0,0065	0,01	3,48
243	245	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	4,21	0,0217	0,12	3,89
244	245	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	4,21	0,0169	0,05	3,56
245	247	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	3,39	0,0355	0,18	4,21
246	247	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	3,39	0,0217	0,09	2,20
247	254	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	5,49	0,0159	0,15	3,39
248	249	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,72	0,0065	0,01	6,31
249	251	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	7,04	0,0217	0,12	6,72
250	251	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	7,04	0,0169	0,05	6,39
251	253	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	6,22	0,0355	0,18	7,04
252	253	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	6,22	0,0217	0,09	5,03
253	254	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	5,49	0,0527	0,27	6,22
254	261	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	8,62	0,0292	0,18	5,49
255	256	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,85	0,0065	0,01	9,44
256	258	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	10,17	0,0217	0,12	9,85
257	258	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	10,17	0,0169	0,05	9,52
258	260	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	9,34	0,0355	0,18	10,17
259	260	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	9,34	0,0217	0,09	8,16
260	261	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	8,62	0,0527	0,27	9,34
261	267	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	11,20	0,0416	0,43	8,62
<b>APTO.</b>	<b>TIPO 02</b>	<b>BLOCO 02</b>	<b>COLUNA AF 03</b>														
262	264	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	7,84	0,0355	0,41	3,23
263	264	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	7,84	0,0355	0,25	6,34
264	266	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	10,91	0,0196	0,12	7,84
265	266	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	10,91	0,0355	0,29	9,37
266	267	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	11,20	0,0280	0,29	10,91
267	268	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	11,45	0,0378	0,26	11,20
268	295	488,75	0,00	0,00	8,820	110	6,1	97,8	1,17	0,33	15,60	12,60	28,20	11,51	0,0138	0,39	11,45

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i]	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT D[i]	ESP	INT			REAL	EQUIV. TOT L [i]				
APTO.	TIPO 02	BLOCO 02	COLUMNA	AF 02	l/s	mm	mm	mm		m	m	m	m	m/m	m	m
269	271	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	0,0355	0,41	3,16
270	271	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	0,0355	0,25	6,27
271	273	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	0,0196	0,12	7,77
272	273	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	0,0355	0,29	9,29
273	294	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	0,0280	0,29	10,84
<b>BLOCO 02 COLUMNA AF - 01</b>																
274	275	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	3,41
275	277	2,63	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,52	4,10	5,62	0,0217	0,12	3,82
276	277	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	3,49
277	279	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	4,14
278	279	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	2,13
279	286	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	0,0159	0,15	3,32
280	281	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	6,24
281	283	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	0,0217	0,12	6,65
282	283	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	6,32
283	285	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	6,97
284	285	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	4,96
285	286	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	0,0527	0,27	6,15
286	293	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	0,0292	0,18	5,42
287	288	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	0,0065	0,01	9,36
288	290	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	0,0217	0,12	9,77
289	290	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	0,0169	0,05	9,44
290	292	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	0,0355	0,18	10,10
291	292	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	0,0217	0,09	8,09
292	293	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	0,0527	0,27	9,27
293	294	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	0,0416	0,43	8,55
294	295	39,41	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,05	7,00	4,60	11,60	0,0378	0,44	11,12
295	322	109,66	0,00	0,00	9,800	110	6,1	97,8	1,30	0,07	3,50	12,60	16,10	0,0166	0,27	11,51

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m
			UNIT.	ACUM.		EXT [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m	TOT L [i] m				
APTO.	TIPO 02	BLOCO 01	COLUNA AF - 04														
296	297	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	4,15	0,0065	0,01	3,74
297	299	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	4,47	0,0217	0,12	4,15
298	299	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	4,47	0,0169	0,05	3,82
299	301	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	3,65	0,0355	0,18	4,47
300	301	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	3,65	0,0217	0,09	2,46
301	308	16,52	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,95	4,05	5,60	9,65	5,75	0,0159	0,15	3,65
302	303	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	6,98	0,0065	0,01	6,57
303	305	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	7,30	0,0217	0,12	6,98
304	305	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	7,30	0,0169	0,05	6,65
305	307	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	6,47	0,0355	0,18	7,30
306	307	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	6,47	0,0217	0,09	5,29
307	308	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	5,75	0,0527	0,27	6,47
308	315	12,04	1,10	2,20	0,445	32	2,1	27,8	0,73	-2,95	2,95	3,10	6,05	8,87	0,0292	0,18	5,75
309	310	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	10,10	0,0065	0,01	9,69
310	312	2,65	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	1,53	4,10	5,63	10,42	0,0217	0,12	10,10
311	312	2,47	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	1,43	1,70	3,13	10,42	0,0169	0,05	9,77
312	314	2,35	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	1,36	3,60	4,96	9,60	0,0355	0,18	10,42
313	314	2,39	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,38	2,60	3,98	9,60	0,0217	0,09	8,41
314	315	1,90	0,70	1,10	0,315	25	1,7	21,6	0,86	1,00	1,10	4,10	5,20	8,87	0,0527	0,27	9,60
315	321	20,44	2,20	3,30	0,545	32	2,1	27,8	0,90	-2,15	5,01	5,30	10,31	11,45	0,0416	0,43	8,87
APTO.	TIPO 02	BLOCO 01	COLUNA AF 03														
316	318	9,93	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-4,20	5,74	5,80	11,54	8,10	0,0355	0,41	3,49
317	318	4,83	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,79	4,30	7,09	8,10	0,0355	0,25	6,60
318	320	12,04	0,70	1,40	0,355	32	2,1	27,8	0,58	-2,95	2,95	3,10	6,05	11,17	0,0196	0,12	8,10
319	320	4,86	0,70	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	-1,25	2,81	5,50	8,31	11,17	0,0355	0,29	9,62
320	321	26,11	1,40	2,10	0,435	32	2,1	27,8	0,72	0,00	6,40	3,80	10,20	11,45	0,0280	0,29	11,17
321	322	12,39	0,00	0,00	0,980	40	2,4	35,2	1,01	0,00	2,20	4,60	6,80	11,71	0,0378	0,26	11,45
322	349	488,75	0,00	0,00	10,780	110	6,1	97,8	1,43	0,33	15,60	12,60	28,20	11,93	0,0196	0,55	11,71

TRECHO	PESOS	VAZÃO	DIÂMETRO	VELOC.	DES	COMPRIMENTO	PRESSÃO	P.CARGA	PRESSÃO
--------	-------	-------	----------	--------	-----	-------------	---------	---------	---------







383	385	11,64	0,00	0,00	1,990	50	3,0	44,0	1,31	0,04	2,00	10,50	12,50	7,05	0,0453	0,57	6,52
384	385	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	7,05	0,0107	0,15	5,74
385	392	65,18	0,00	0,00	2,240	50	3,0	44,0	1,47	0,20	11,20	10,50	21,70	8,06	0,0557	1,21	7,05
<b>BANGALÔ 3</b>																	
386	387	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	7,16	0,0065	0,01	6,75
387	389	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	7,51	0,0217	0,15	7,16
388	389	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	7,51	0,0169	0,01	6,90
389	391	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	6,73	0,0355	0,22	7,51
390	391	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	6,73	0,0217	0,08	5,55
391	392	32,44	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	7,80	15,75	8,06	0,0159	0,25	6,73
392	394	23,22	0,00	0,00	2,550	60	3,3	53,4	1,14	0,04	2,00	11,00	13,00	8,38	0,0279	0,36	8,06
393	394	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	8,38	0,0107	0,15	7,08
394	401	130,03	0,00	0,00	2,800	60	3,3	53,4	1,25	0,20	11,20	11,00	22,20	8,92	0,0328	0,73	8,38
<b>BANGALÔ 2</b>																	
395	396	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	8,02	0,0065	0,01	7,61
396	398	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	8,37	0,0217	0,15	8,02
397	398	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	8,37	0,0169	0,01	7,76
398	400	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	7,59	0,0355	0,22	8,37
399	400	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	7,59	0,0217	0,08	6,40
400	401	32,44	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,08	7,95	7,80	15,75	8,92	0,0159	0,25	7,59
401	403	23,22	0,00	0,00	3,110	60	3,3	53,4	1,39	0,04	2,00	11,00	13,00	9,39	0,0394	0,51	8,92
402	403	39,37	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,15	9,65	4,80	14,45	9,39	0,0107	0,15	8,08
403	410	146,29	0,00	0,00	3,360	60	3,3	53,4	1,50	0,18	12,60	12,50	25,10	10,34	0,0451	1,13	9,39

TRECHO T [i]	TRECHO ANTERIOR TA [i]	PREÇO PR [i]	PESOS		VAZÃO QF [i] l/s	DIÂMETRO			VELOC. m/s	DES NIVEL m	COMPRIMENTO		PRESSÃO DISPON. m	P.CARGA UNITÁRIA m/m	P.CARGA TOTAL m	PRESSÃO JUSANTE m	
			UNIT.	ACUM.		EXT DI [i] mm	ESP mm	INT mm			REAL m	EQUIV. m					TOT L T [i] m
BANGALÔ 1																	
404	405	0,69	0,10	0,10	0,095	25	1,7	21,6	0,26	-0,40	0,40	1,20	1,60	9,47	0,0065	0,01	9,06
405	407	5,05	0,30	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-0,20	2,92	4,10	7,02	9,82	0,0217	0,15	9,47
406	407	1,30	0,30	0,30	0,164	25	1,7	21,6	0,45	-0,60	0,75	0,00	0,75	9,82	0,0169	0,01	9,21
407	409	4,26	0,40	0,70	0,251	25	1,7	21,6	0,68	1,00	2,46	3,60	6,06	9,04	0,0355	0,22	9,82
408	409	2,25	0,40	0,40	0,190	25	1,7	21,6	0,52	-1,10	1,30	2,60	3,90	9,04	0,0217	0,08	7,85
409	410	24,68	0,70	1,10	0,315	32	2,1	27,8	0,52	-1,09	6,05	7,10	13,15	10,34	0,0159	0,21	9,04
410	412	65,02	0,00	0,00	3,670	60	3,3	53,4	1,64	-0,02	5,60	14,00	19,60	11,39	0,0527	1,03	10,34
411	412	16,52	0,70	0,70	0,251	32	2,1	27,8	0,41	-1,20	4,05	4,80	8,85	11,39	0,0107	0,09	10,10
412	413	125,39	0,00	0,00	3,920	60	3,3	53,4	1,75	0,18	10,80	12,50	23,30	12,59	0,0591	1,38	11,39
<b>RESERV. SUPERIOR</b>																	
413	-	430,79	0,00	0,00	15,680	110	6,1	97,8	2,09	13,90	13,75	20,90	34,65	0,00	0,0378	1,31	12,59

R\$ 7.870,76

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
5,38	1
5,79	2
5,61	3
3,66	4
3,63	5
3,71	6
4,31	7
4,34	8
5,01	9
5,03	10
4,76	11
5,88	12
4,53	13
3,99	14
5,20	15
5,19	16
4,92	17
6,04	18
4,64	19
4,60	20
4,69	21
6,24	22
4,07	23
6,40	24

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]

m	
6,70	25
0,72	26
7,28	27
1,76	28
8,32	29
2,29	30
8,82	31
1,64	32
2,18	33
2,13	34
2,54	35
2,84	36
0,89	37
2,08	38
3,13	39
4,72	40
4,77	41
4,72	42
5,13	43
5,43	44
3,49	45
4,67	46
3,97	47
6,21	48
7,83	49
7,88	50
7,83	51
8,24	52

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
8,54	53
6,60	54

7,78	55
7,09	56
9,36	57
1,86	58
1,81	59
2,22	60
2,52	61
0,58	62
1,77	63
4,34	64
4,42	65
4,37	66
4,78	67
5,08	68
3,13	69
4,32	70
3,62	71
5,83	72
7,43	73
7,50	74
7,45	75
7,86	76
8,15	77
6,21	78
7,40	79
6,70	80
8,96	81
9,19	82

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
1,07	83
1,60	84
1,56	85

1,97	86
2,26	87
0,32	88
1,51	89
2,56	90
4,14	91
4,20	92
4,15	93
4,56	94
4,86	95
2,91	96
4,10	97
3,40	98
5,63	99
7,25	100
6,45	101
6,40	102
6,82	103
7,11	104
6,02	105
7,21	106
6,51	107
8,79	108
9,02	109
1,64	110
1,59	111
2,00	112
2,30	113
0,35	114
1,54	115
4,12	116
4,19	117
4,15	118
4,56	119
4,85	120
2,91	121
4,10	122
3,40	123
5,61	124
7,20	125
7,27	126
7,22	127
7,64	128
7,93	129
5,99	130

7,18	131
6,48	132
8,73	133
8,97	134

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
0,99	135
1,52	136
1,48	137
1,89	138
2,18	139
0,24	140
1,43	141
2,48	142
4,06	143
4,12	144
4,07	145
4,48	146
4,78	147
2,83	148
4,02	149
3,32	150
5,55	151
7,17	152
6,37	153
6,32	154
6,74	155
7,03	156
5,94	157
7,13	158
6,43	159
8,71	160
8,94	161
1,70	162
1,65	163
2,06	164
2,36	165
0,42	166
1,60	167
4,18	168
4,26	169

4,21	170
4,62	171
4,91	172
2,97	173
4,16	174
3,46	175
5,67	176
7,26	177
7,34	178
7,29	179
7,70	180
7,99	181
6,05	182
7,24	183
6,54	184
8,80	185
9,04	186
9,21	187

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
1,43	188
1,84	189
1,51	190
2,16	191
0,15	192
1,34	193
4,26	194
4,67	195
4,34	196
4,99	197
2,98	198
4,17	199
3,44	200
7,39	201
7,80	202
7,47	203
8,12	204
6,11	205
7,30	206
6,57	207

1,18	208
4,29	209
5,79	210
7,32	211
8,86	212
9,15	213
9,41	214

<b>FOLGA DE PRESSÃO</b>	<b>TRECHO T [i]</b>
m	
1,55	215
4,66	216
6,16	217
7,69	218
9,23	219

1,80	220
2,21	221
1,88	222
2,53	223
0,52	224
1,71	225
4,63	226
5,04	227
4,71	228
5,36	229
3,35	230
4,54	231
3,81	232
7,76	233
8,17	234
7,84	235
8,49	236
6,48	237
7,66	238
6,94	239
9,52	240
9,91	241



FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,48	242
2,89	243
2,56	244
3,21	245
1,20	246
2,39	247
5,31	248
5,72	249
5,39	250
6,04	251
4,03	252
5,22	253
4,49	254
8,44	255
8,85	256
8,52	257
9,17	258
7,16	259
8,34	260
7,62	261
2,23	262
5,34	263
6,84	264
8,37	265
9,91	266
10,20	267
10,45	268

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,16	269
5,27	270
6,77	271
8,29	272
9,84	273

2,41	274
2,82	275
2,49	276
3,14	277
1,13	278
2,32	279
5,24	280
5,65	281
5,32	282
5,97	283
3,96	284
5,15	285
4,42	286
8,36	287
8,77	288
8,44	289
9,10	290
7,09	291
8,27	292
7,55	293
10,12	294
10,51	295

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
2,74	296
3,15	297
2,82	298
3,47	299
1,46	300
2,65	301
5,57	302
5,98	303
5,65	304
6,30	305
4,29	306
5,47	307
4,75	308
8,69	309
9,10	310
8,77	311
9,42	312
7,41	313
8,60	314
7,87	315
2,49	316
5,60	317
7,10	318
8,62	319
10,17	320
10,45	321
10,71	322

FOLGA	TRECHO
-------	--------

DE PRESSÃO	T [i]
m	
2,58	323
5,69	324
7,19	325
8,71	326
10,26	327

2,83	328
3,24	329
2,91	330
3,56	331
1,55	332
2,74	333
5,66	334
6,07	335
5,74	336
6,39	337
4,38	338
5,57	339
4,84	340
8,78	341
9,19	342
8,86	343
9,52	344
7,51	345
8,69	346
7,97	347
10,54	348
10,93	349

FOLGA	TRECHO
DE PRESSÃO	T [i]
m	

3,09	350
3,50	351
3,24	352
3,86	353
1,89	354
3,07	355
4,40	356
3,09	357
4,39	358
3,14	359
3,55	360
3,29	361
3,91	362
1,94	363
3,12	364
4,45	365
3,24	366
4,54	367
3,40	368
3,81	369
3,55	370
4,16	371
2,19	372
3,38	373
4,71	374
3,68	375
4,99	376

<b>FOLGA</b>	<b>TRECHO</b>
<b>DE PRESSÃO</b>	<b>T [i]</b>
m	
4,21	377
4,62	378
4,36	379
4,98	380
3,01	381
4,19	382

5,52	383
4,74	384
6,05	385
5,75	386
6,16	387
5,90	388
6,51	389
4,55	390
5,73	391
7,06	392
6,08	393
7,38	394
6,61	395
7,02	396
6,76	397
7,37	398
5,40	399
6,59	400
7,92	401
7,08	402
8,39	403

FOLGA DE PRESSÃO	TRECHO T [i]
m	
8,06	404
8,47	405
8,21	406
8,82	407
6,85	408
8,04	409
9,34	410
9,10	411
10,39	412

11,59
-------

AR PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA.  
TABELA DE PRESSÕES  
PROPRIETÁRIO: CONDOMÍNIO CÂNDIDO PORTINARI  
OBRA: CONDOMÍNIO CÂNDIDO PORTINARI

COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO	DIÂMETRO			VELOC.	PÉ ESQ.	COMPRIMENTO			PRESSÃO DISPON.	P. CARGA UNITÁRIA	TOTAL	PRESSÃO JUSANTE
		UNIT.	ACUM.		l/s	EXT	ESP			INT	REAL	EQUIV.				
AQ-01	OA	0	76,80	2,629	54	4,9	44,2	1,71	0	3,70	27,60	31,30	2,55	0,0684	2,14	0,41
	AB	6	76,80	2,629	54	4,9	44,2	1,71	3,08	3,08	7,60	10,68	0,41	0,0684	0,73	2,76
	BC	6	90,00	2,846		54	4,9	44,2	1,85	2,88	2,88	10,48	2,76	0,0786	0,82	4,82
	CD	6	84,00	2,750		54	4,9	44,2	1,79	2,88	2,88	10,48	4,82	0,0739	0,77	6,92
	DE	6	78,00	2,650		54	4,9	44,2	1,73	2,88	2,88	10,18	6,92	0,0693	0,71	9,10
	EF	6	72,00	2,546		54	4,9	44,2	1,66	2,88	2,88	10,18	9,10	0,0646	0,66	11,32
	FG	6	66,00	2,437		42	3,8	34,4	2,62	2,88	2,88	10,18	11,32	0,1970	2,01	12,19
	GH	6	60,00	2,324		42	3,8	34,4	2,50	2,88	2,88	10,18	12,19	0,1812	1,84	13,23
	HI	6	54,00	2,205		42	3,8	34,4	2,37	2,88	2,88	10,18	13,23	0,1652	1,68	14,43
	IJ	6	48,00	2,078		42	3,8	34,4	2,24	2,88	2,88	10,18	14,43	0,1491	1,52	15,79
	JK	6	42,00	1,944		42	3,8	34,4	2,09	2,88	2,88	10,18	15,79	0,1326	1,35	17,32
	KL	6	36,00	1,800		42	3,8	34,4	1,94	2,88	2,88	10,18	17,32	0,1159	1,18	8,00
	LM	6	30,00	1,643		42	3,8	34,4	1,77	2,88	2,88	10,18	8,00	0,0988	1,01	9,87
	MN	6	24,00	1,470		42	3,8	34,4	1,58	2,88	2,88	7,48	9,87	0,0813	0,61	12,15
	NO	6	18,00	1,273		35	3,2	28,6	1,98	2,88	2,88	7,48	12,15	0,1519	1,14	13,89
	OP	6	12,00	1,039		35	3,2	28,6	1,62	2,88	2,88	7,48	13,89	0,1065	0,80	15,97
PQ	6	6,00	0,735		35	3,2	28,6	1,14	2,88	2,88	7,48	15,97	0,0581	0,43	18,42	

VÁLV. RED. PRESSÃO