



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL



SHELDON ALEXANDRE MORAES DA SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO DO DIMENSIONAMENTO DE
INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA ENTRE PLANILHAS
ELETRÔNICAS E SOFTWARE COMERCIAL EM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL**

Cajazeiras
2019

SHELDON ALEXANDRE MORAES DA SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO DO DIMENSIONAMENTO DE
INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA ENTRE PLANILHAS
ELETRÔNICAS E SOFTWARE COMERCIAL EM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Katharine Taveira de Brito Medeiros

Coorientadora: Ornella Almeida Lacerda Lira

Cajazeiras
2019

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catálogo na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593

S586e

Silva, Sheldon Alexandre Moraes da

Estudo comparativo do dimensionamento de instalações prediais de água fria entre planilhas eletrônicas e software comercial em edifício residencial / Sheldon Alexandre Moraes da Silva; orientadora Katharine Taveira de Brito Medeiros; coorientador Ornella Almeida Lacerda Iira.-

145 f.: il.

Orientador: Katharine Taveira de Brito Medeiros.

TCC (Bacharelado em Eng. Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2019.

1. Hidráulica - Projeto 2. AltoQi Hydros V4 – Software 3. Planilhas eletrônicas I. Título

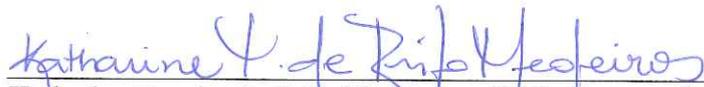
CDU 696.11(0.067)

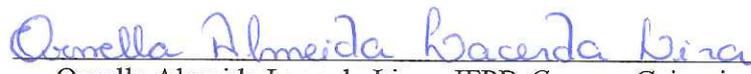
SHELDON ALEXANDRE MORAES DA SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO DO DIMENSIONAMENTO DE
INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA ENTRE PLANILHAS
ELETRÔNICAS E SOFTWARE COMERCIAL EM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL**

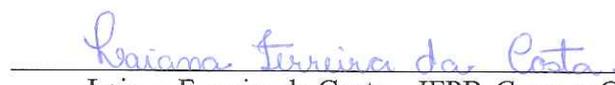
Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
como parte dos requisitos para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA


Katharine Taveira de Brito Medeiros – IFPB-Campus Cajazeiras
Orientadora


Ornella Almeida Lacerda Lira – IFPB-Campus Cajazeiras
Coorientadora


Bruno de Medeiros Souza – IFPB-Campus Cajazeiras
Examinador 1


Laiana Ferreira da Costa – IFPB-Campus Cajazeiras
Examinador 2

Cajazeiras, 05 de abril de 2019.

Dedico este trabalho tão especial aos meus pais Aparecida e Adelmo e ao meu irmão Charles, pela dedicação e apoio em contornar os momentos mais difíceis. Também, em memória do meu falecido Tio Carlos, querido e admirado por todos os familiares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela possibilidade de realizar este feito primeiramente a Deus.

Ao apoio e ajuda dos familiares presentes durante minha jornada.

Ao Instituto Federal da Paraíba – IFPB pela assistência, além de todos os professores e funcionários presentes ao longo de cinco anos no curso.

Aos amigos resultantes do convívio quase diário no IFPB que colaboraram em tarefas desenvolvidas durante a graduação, citando principalmente o “Clube dos 5”, composto por Alysson, Rafael, Priscila e Luanda.

Todos colaboraram na minha formação profissional e pessoal, independentemente do que fez ou deixou de fazer, logo, cada um teve a sua fundamental importância.

RESUMO

Nos primórdios da antiguidade, as sociedades já se aglomeravam nas proximidades de corpos d'água por motivo de necessidade de subsistência, já que a água é um recurso natural indispensável para a manutenção da vida humana. O desenvolvimento do raciocínio lógico dos povos antigos ao longo de vários anos – fundamentado no desejo de planejar e construir edifícios cada vez maiores e esbeltos – formulou o que hoje denominamos de projeto, elemento responsável por nortear a execução das estruturas em diversas áreas da engenharia, tal como o abastecimento de água fria nos edifícios, para qualquer que seja a finalidade de seu uso. O presente trabalho realizou o dimensionamento da Instalação Predial de Água Fria (IPAF) – restrito ao Subsistema de Distribuição – de um edifício-modelo de quatro pavimentos, elaborado por meio de dois métodos distintos: um realizado através de planilhas do *software* Excel, enquanto que o outro foi feito mediante o *software* AltoQi Hydros v4. O objetivo principal foi comparar a diferença entre os diâmetros finais obtidos e o tempo total gasto para a realização dos cálculos em cada caso. O traçado das tubulações, localização dos pontos de utilização e demais fatores associados ao dimensionamento da rede de água fria conduzidos pelas normas vigentes foram idênticos para ambos os métodos. Como resultado, os modelos de dimensionamento apresentaram diâmetros calculados semelhantes entre si, embora que o Hydros mostrou 5% de economia no total de tubos utilizados em relação ao Excel, além de ter sido realizado em nove horas, 45% a menos em comparação ao tempo total de vinte horas gastos nas planilhas. Por fim, mesmo que o uso do *software* para a realização do dimensionamento da IPAF tenha se mostrado uma ferramenta eficaz e de fácil manuseio, é importante que o profissional responsável pelo dimensionamento sempre busque realizar uma análise técnica mais crítica dos resultados apresentados pelo programa computacional.

Palavras-Chave: Projeto Hidráulico; Diâmetros; Softwares.

ABSTRACT

In early days of antiquity, societies have thronged in the vicinity of water bodies because of the need for subsistence, since water is an indispensable natural resource for the maintenance of human life. The development of the logical reasoning of the ancient peoples over many years - based on the desire to plan and build ever larger and leaner buildings - formulated what we now call project, an element responsible for guiding the execution of structures in various areas of engineering, such as the supply of cold water in buildings, for whatever purpose they may be used. The present study carried out the design of the Domestic Water System (IPAF) - restricted to the Distribution Subsystem - of a four-storey model building, elaborated through two distinct methods: one performed through Excel spreadsheets, while the other was made using AltoQi Hydros v4 software. The main objective was to compare the difference between the final diameters obtained and the total time spent to perform the calculations in each case. The pipeline design, location of points of use and other factors associated with the design of the water system under the current standards were identical for both methods. As a result, the sizing models had calculated diameters similar to each other, although Hydros showed a saving of 5% in the total pipes used compared to Excel, besides being performed in nine hours, 45% less compared to the total time of twenty hours spent in spreadsheets. Finally, even if the use of IPAF sizing software has proved to be an efficient and easy to use tool, it is important that the professional responsible for sizing always seek to perform a more critical technical analysis of the results presented by the software.

Keywords: Hydraulic Design; Diameters; Software.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema geral de uma IPAF genérica	19
Figura 2 – Esquemas verticais com disposições de hidrômetros residenciais.....	21
Figura 3 –Caixa de proteção metálica com 6 hidrômetros	22
Figura 4 – Esquema de entrada de água fria.....	22
Figura 5 – Vista transversal de alimentador predial	23
Figura 6 – Vista em planta de alimentador predial.....	23
Figura 7 – Esquema vertical de barrilete do tipo concentrado	28
Figura 8 – Esquema vertical de barrilete do tipo ramificado	28
Figura 9 – Esquema vertical de CAF ventiladas exclusivas para vasos sanitários.....	29
Figura 10 – Lavatório sem separação atmosférica sujeito a retrossifonagem	30
Figura 11 – Esquema vertical de barrilete do tipo ramificado	30
Figura 12 – Sistema de distribuição direto	34
Figura 13 – Sistema de distribuição indireto sem sistema de recalque	36
Figura 14 – Sistema de distribuição indireto com RI e sistema de recalque	36
Figura 15 – Sistema misto de distribuição e peças de utilização.....	38
Figura 16 – Válvulas para reduzir pressão instaladas em diferentes pavimentos	46
Figura 17 – Fatores relacionados ao aumento de perdas de cargas e diminuição de pressão ..	51
Figura 18 – Equivalências de comprimento linear de tubo em joelho e registro de gaveta	52
Figura 19 – Esquema isométrico de cômodos contendo tubulações hidráulicas no Hydros	54
Figura 20 – Painel de propriedades do tubo associado ao dimensionamento no Hydros.....	55
Figura 21 – Apartamento 102 do edifício em estudo	62
Figura 22 – Tubulação atravessando estrutura	65
Figura 23 – Tubulação aparente no apto. 103	66
Figura 24 – Painel com dados dos pavimentos.....	67
Figura 25 – Painel de seleção de peças de utilização	69
Figura 26 – Saídas d’água no pavimento do RS.....	70
Figura 27 – Painel de dimensionamento.....	71
Figura 28 – Painel de verificação de pressão em chuveiro.....	72
Figura 29 – Fluxograma para verificação e adequação da pressão, velocidade e vazão	73
Figura 30 – Vista isométrica do RS.....	74
Figura 31 – Vista isométrica da área técnica.....	74

Figura 32 – Verificação de dados no Hydros	77
Figura 33 – Gráfico comparando os resultados obtidos no Excel e Hydros.....	78
Figura 34 – Painel do Hydros contendo informações sobre joelho 90° de PVC soldável	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – DN do ramal predial conforme Cd e velocidade	40
Tabela 2 – Dimensionamento do diâmetro e abrigo do cavalete.....	41
Tabela 3 – DN para hidrômetros conforme vazão máxima.....	41
Tabela 4 – Número de horas de funcionamento da bomba conforme tipo de edifício.....	43
Tabela 5 – Pesos relativos para peças hidráulicas	45
Tabela 6 – Pressões mínimas e máximas na rede de água fria.....	47
Tabela 7 – Velocidade e vazão máximas em função do DN do tubo.....	48
Tabela 8 – Perdas de cargas acidentais em conexões para tubo liso	52
Tabela 9 – Perdas de cargas acidental em conexões	52
Tabela 10 – Modelo de planilha para dimensionamento de rede de água fria	59
Tabela 11 – Quantidade de quartos, banheiros e cozinha/área de serviço do edifício	61
Tabela 12 – Altura dos pontos de utilização de água fria.....	63
Tabela 13 – Valores de DN, DI e polegadas referentes aos tubos PVC do tipo soldável	64
Tabela 14 – Diâmetro e pressão mínima de peças de utilização	64

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Apto. – Apartamento

B.W.C. – *Bathroom Water Closet*, isto é, banheiro propriamente dito

CAD – *Computer Aided Design*, isto é, desenho assistido por computador

CAF – Coluna de Água Fria

Comp. – Comprimento

DI – Diâmetro Interno

Dif. – Diferença

DE – Diâmetro Externo

e – Espessura da parede do tubo

Equiv. – Equivalente

DN – Diâmetro Nominal

dwg – *Drawing*, formato nativo de arquivo para o *software* AutoCAD

dxf – *Drawing Exchange Format*, isto é, desenho em formato de troca

FWH – Fair Whipple Hsaio

Identif. – Identificação

IPAF – Instalações Prediais de Água Fria

kPa – Quilopascal

kPa/m – Quilopascal por metro

L – Litro

L/s – Litro por Segundo

m – Metro

mca – Metros de Coluna de Água

mm – Milímetro

NBR – Norma Brasileira

Pa – Pascal

PVC – *Polyvinyl Chloride*, isto é, cloreto de polivinila

Pvto. – Pavimento

Ref. – Referência

RI – Reservatório Inferior

RS – Reservatório Superior

LISTA DE SÍMBOLOS

® – Marca registrada

Ø – Diâmetro

°C – Grau Celsius

Cd – Consumo diário

P – População total da edificação

q – consumo *per capita*

N_{apto} – Quantidade de apartamentos por pavimento

N_{pav} – Quantidade de pavimentos

N_{dorm} – Quantidade total de dormitórios sociais

N_{zel} – Quantidade de zelador

Q_{MÍN} – Vazão mínima do ramal predial

v – velocidade

D_{MÍN} – Diâmetro mínimo do ramal predial

Q_{MÁX} – Vazão máxima do hidrômetro

R_T – Reservação total

D_{REC} – Diâmetro de recalque mínimo

Q_{REC} – Vazão da tubulação de recalque

X – Número de horas com bomba em funcionamento em 24 horas

N_F – Número total de horas com funcionamento de bomba em um dia

D_{SUC} – Diâmetro da linha de aspiração

Q – Vazão estimada no trecho considerado

C – Coeficiente de descarga

ΣP – Somatório dos pesos

V_{MÁX} – Velocidade máxima permitida no trecho

A – Área da seção transversal

J – Perda de carga unitária

D – Diâmetro interno do tubo

V_{RS} – Volume do reservatório superior

V_{RI} – Volume do reservatório inferior

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	OBJETIVOS.....	17
2.1.	OBJETIVO GERAL	17
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3.	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1.	INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA (IPAF).....	18
3.1.1.	Subsistema de abastecimento de água fria	19
3.1.2.	Sistema elevatório	24
3.1.3.	Subsistema de reservação de água fria	25
3.1.4.	Subsistema de distribuição interna de água fria: composição e tipos.....	26
3.1.5.	Materiais e componentes empregados	31
3.1.6.	Tipos de distribuição interna predial.....	33
3.2.	DIMENSIONAMENTO DAS IPAF	38
3.2.1.	Consumo predial	38
3.2.2.	Abastecimento predial	39
3.2.3.	Reservação Predial	41
3.2.4.	Vazões nas tubulações	43
3.2.5.	Pressões atuantes na rede de água fria	46
3.2.6.	Máxima velocidade e vazão.....	48
3.2.7.	Perdas de cargas.....	50
3.3.	ALTOQI HYDROS V4	53
3.4.	MEMORIAL DE CÁLCULO	56
4.	METODOLOGIA	60
4.1.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	60

4.2.	CONCEPÇÃO DO PROJETO DE IPAF	60
4.2.1.	Considerações preliminares	61
4.2.2.	Traçado e considerações na rede de distribuição	62
4.3.	DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO: HYDROS.....	67
4.3.1.	Execução do projeto.....	67
4.3.2.	Traçado das tubulações	68
4.3.3.	Observações	70
4.4.	DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO: EXCEL	73
4.5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	75
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	76
5.1.	DIMENSIONAMENTO DO RS	76
5.2.	DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES	77
6.	CONCLUSÃO.....	80
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICE A – ISOMÉTRICOS APTOS. 401, 301, 201 E 101.....	84
	APÊNDICE B – ISOMÉTRICOS APTOS. 402, 302, 202 E 102.....	85
	APÊNDICE C – ISOMÉTRICOS APTOS. 403, 303, 203 E 103.....	86
	APÊNDICE D – ISOMÉTRICOS APTOS. 404, 304, 204 E 104.....	87
	APÊNDICE E – ISOMÉTRICOS APTOS. 405, 305, 205 E 105.....	88
	APÊNDICE F – ISOMÉTRICOS APTOS. 406, 306, 206 E 106.....	89
	APÊNDICE G – PLANILHA COM DADOS DO DIMENSIONAMENTO EXCEL	90
	APÊNDICE H – TABELA COMPARATIVA DE DIÂMETROS ENTRE EXCEL E HYDROS	130
	ANEXO A – PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO.....	142
	ANEXO B – PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO	143
	ANEXO C – PLANTA BAIXA 3º E 4º PAVIMENTOS	144

ANEXO D – PLANTA BAIXA COBERTURA.....	145
ANEXO E – PLANTA BAIXA RESERVATÓRIO SUPERIOR.....	146

1. INTRODUÇÃO

O abastecimento de água para o consumo humano sempre foi preocupação de todos os povos em todas as épocas. As civilizações desde a antiguidade se aglomeravam nas proximidades de corpos d'água por motivo de necessidade de subsistência, já que a água é um recurso natural indispensável para a manutenção da vida humana, conforme destaca Creder (1981). Estudos arqueológicos já mostraram que cidades do Egito Antigo possuíam sistemas de drenagem superficial e até mesmo instalações hidráulicas nas residências, sendo estas responsáveis por retirar os excrementos humanos das casas, evitando assim doenças e pragas, e também por ofertar água encanada para consumo direto ou insumo em processos produtivos básicos do dia a dia (OLIVEIRA, 2015).

A água fria potável é aquela que possui características físicas e químicas adequadas em circunstâncias de uso na alimentação e na higiene das pessoas, água esta que é fornecida pela rede de abastecimento local ou fonte particular (MACINTYRE, 1990). No Brasil, a norma brasileira preponderante quando se trata de instalações de água fria é a NBR 5626/1998, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece as exigências técnicas mínimas de higiene, segurança, economia e conforto a que devem obedecer às instalações prediais de água fria. Segundo a mesma, estas instalações compreendem a extremidade do sistema público de abastecimento, onde concretamente se estabelece o elo com o usuário final. O comprometimento com a garantia sanitária e o fornecimento intermitente de água potável em quantidade e pressões adequadas são benefícios de um bom projeto hidráulico (que integra a interdependência das diversas partes do conjunto) e do conhecimento elementar do profissional responsável, no caso, o Engenheiro Civil, visando um abastecimento de água potável nos pontos de consumo dentro da melhor técnica disponível e economia possível (CREDER, 1981).

Estima-se que foi durante os mil anos entre 1500 e 500 a.C. que os egípcios e os gregos antigos desenvolveram o que hoje conhecemos como “projeto”, decorrente da necessidade de planejar e construir edificações cada vez maiores e esbeltas contendo instalações hidráulicas embutidas, tornando possível sua elaboração e estudo graças à prosperidade econômica, à riqueza cultural e aos conhecimentos intelectuais da época (ADDIS, 2009). Com o decorrer do tempo, surgiram novas tecnologias, materiais específicos e equipamentos auxiliares mais sofisticados, tais como os computadores que, após o enriquecimento da área de conhecimento em programação, deram origem aos *softwares*, ferramentas virtuais capazes de elaborar projetos em sua totalidade e simular múltiplas situações, de maneira prática, rápida e eficaz,

necessitando ainda assim da análise técnica e crítica do projetista responsável por realizar ajustes e revisar os resultados.

Atualmente, os projetistas contam com programas cada vez mais refinados, dispondo de elementos gráficos inteligentes que representam tubos, conexões e aparelhos hidráulicos e que, além disso, apresentam associações de dados que são necessários para o dimensionamento e geração de lista de materiais. A título de exemplo, uma alteração feita no diâmetro de um tubo altera os dados dessa lista de forma imediata, além de ajustar as conexões e aparelhos associados a tal tubulação modificada. Estas e outras vantagens estabelecem a soberania de um programa orientado a objetos inteligentes sobre aqueles direcionados apenas a desenhos (BANKI; BEHAR; SILVA, 2008).

Logo, sabendo da importância do tema exposto no âmbito da engenharia civil, este trabalho tem como objetivo principal comparar os resultados obtidos de um projeto de Instalações Prediais de Água Fria (IPAF) realizado através de dois métodos: dimensionamento por meio de planilhas eletrônicas com auxílio do *software* Microsoft Office Excel® (Excel) e dimensionamento automático através do *software* comercial AltoQi Hydros V4 (Hydros).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Comparar os resultados obtidos do dimensionamento através do método com planilhas eletrônicas, utilizando Excel, em relação ao dimensionamento pelo método automático por meio do *software* comercial Hydros, verificando os diâmetros das tubulações (\emptyset) e o tempo necessário para a elaboração do projeto em cada caso.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

As seguintes atividades foram realizadas para a concretização do objetivo geral:

- Produzir a concepção dos projetos de água fria;
- Elaborar os projetos de IPAF para o edifício em estudo por meio dos *softwares* Excel e Hydros;
- Dimensionar e comparar os diâmetros das tubulações e tempos de execução dos projetos entre os métodos Excel e Hydros;
- Analisar de forma técnica-conclusiva os dados obtidos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção visa apresentar o acervo bibliográfico a respeito das IPAF, citando os conceitos básicos e critérios para o dimensionamento relacionados.

3.1. INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA (IPAF)

As instalações prediais de água fria ou instalações hidráulicas prediais são o conjunto de canalizações, conexões, hidrômetros, válvulas, equipamentos, reservatórios, aparelhos hidráulicos e peças de utilização (pias, chuveiros, vasos sanitários, piscinas, entre outras) que possibilitam o abastecimento, medição, armazenamento, controle e a distribuição de água potável até os pontos de utilização, a partir de onde a água passa a ser considerada água servida (MACINTYRE, 1990).

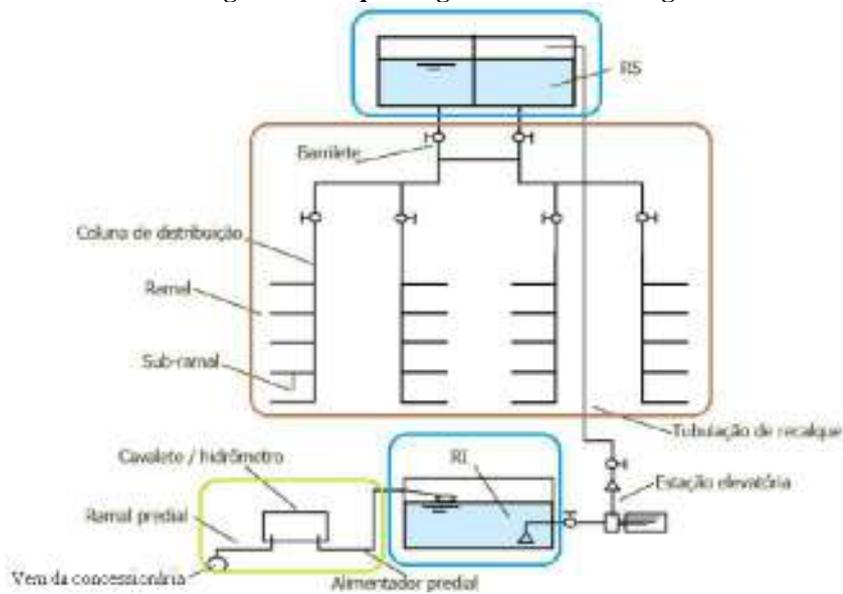
No Brasil, essas instalações são normatizadas pela ABNT NBR 5626/98, que fixa as exigências e recomendações técnicas mínimas referentes ao projeto, execução e manutenção da IPAF quanto a higiene, segurança, economia e conforto. Esta norma indica as considerações fundamentais que devem existir em qualquer projeto de IPAF de modo que, no decorrer da vida útil da edificação, sejam seguidos a rigor. São eles:

- a) Preservar a potabilidade da água;
- b) Garantir o fornecimento de água interruptamente, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o funcionamento íntegro das peças de utilização, aparelhos sanitários e demais componentes da IPAF;
- c) Proporcionar economia de água e de energia;
- d) Assegurar manutenção fácil e econômica dos componentes;
- e) Resguardar os usuários a níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
- f) Proporcionar conforto aos usuários, locando peças de utilização de forma adequada e com fácil operação, dotadas de vazões suficientemente satisfatórias e que atendam as demais exigências do mesmo.

Entretanto, a norma ainda ressalta que as exigências e recomendações nela citadas não isenta o cumprimento de leis, decretos e regulamentos publicados por autoridades federais, estaduais ou municipais, da concessionária responsável ou de qualquer outro órgão competente que atue nesse assunto.

As instalações hidráulicas prediais são divididas e categorizadas conforme sua função no limite espacial das construções. De acordo com a ABNT NBR 5626/98, os Subsistemas de Abastecimento, Reservação e Distribuição interna são conjuntos que consagram o elo entre a rede pública de abastecimento e o ponto de utilização interno nas edificações. A Figura 1 ilustra um exemplo clássico de arranjo com separação dos subsistemas por cores: em azul estão representados os elementos que fazem a reservação da água fria; em verde, aqueles que abastecem todo o conjunto; e em marrom estão os componentes responsáveis pela distribuição no edifício.

Figura 1 – Esquema geral de uma IPAF genérica



Fonte: www.joinville.udesc.br, 2014

Dessa forma, os tópicos a seguir mostram os conceitos, principais características e as partes constituintes de cada um desses subsistemas.

3.1.1. Subsistema de abastecimento de água fria

Conforme a ABNT NBR 5626/98, o subsistema de alimentação é composto basicamente pelo ramal predial, hidrômetro (ou cavalete) e o alimentador predial. Seus constituintes devem dispor de boa resistência mecânica em eventuais picos de pressões que possam ocasionar ruídos e vibração excessivos. A seguir são descritos cada um desses componentes com base na literatura e NBR referentes.

- Ramal predial

O ramal predial, ramal de entrada predial ou ramal externo compreende o trecho de tubulação enterrada entre a rede pública de distribuição e o cavalete ou, ainda, qualquer outro elemento (localizado no limite do terreno com a via pública) com propósito análogo de limitar a pressão corrente (MELO, 1988). A ABNT NBR 15561/2017 trata dos requisitos e métodos de ensaio na fabricação e recebimento de tubos de polietileno utilizados para transporte de fluidos com até 40°C nos ramais prediais. Em construções novas, é necessário solicitar ligação provisória de água fria, podendo esta tornar-se, sugestivamente, a ligação permanente do edifício. Embora executada e dimensionada conforme critérios da entidade pública ou privada responsável pela região, os custos relacionados são de obrigação do interessado (BOTELHO, 2014).

- Hidrômetro

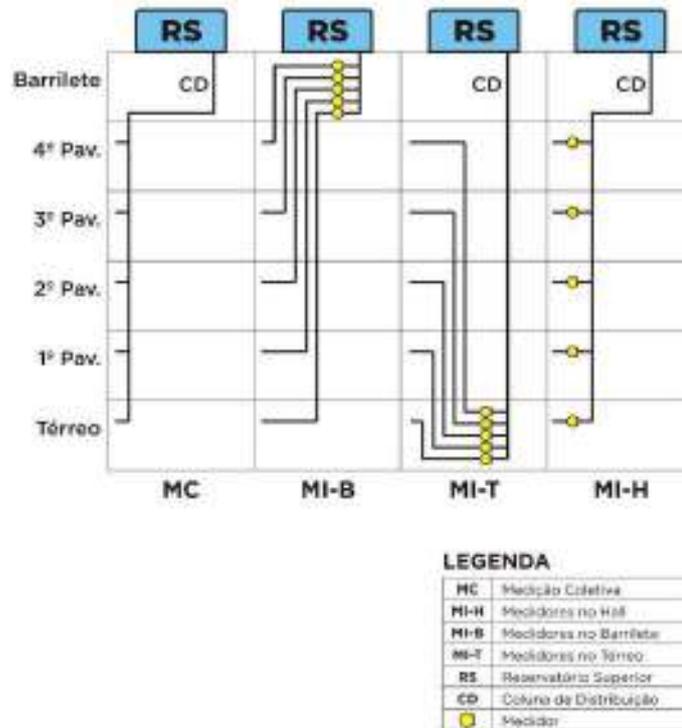
O hidrômetro é um aparelho hidráulico destinado a medir e indicar de modo contínuo o volume de água consumido por uma edificação. O usuário deve preparar as instalações, tais como o compartimento de proteção para o aparelho (de alvenaria, concreto, polipropileno, pré-moldada etc.), as conexões e os registros, montados com o intuito de encaixe e fixação do hidrômetro fornecido pela concessionária regional. Essa armação, que varia conforme municipalidade, é comumente chamada de cavalete (MACINTYRE, 1990). O cavalete pode abrigar o hidrômetro ou um limitador de consumo, chamado também de suplemento, ou ainda, pena-d'água. Este último é utilizado na ausência de hidrômetro ou de forma provisória até a instalação do mesmo (BOTELHO, 2014).

Os hidrômetros residenciais e para edifícios mais comuns são aqueles com diâmetro nominal (DN) de 25 mm, com vazão limite de 5 m³/h. Os de maiores capacidades podem ser requisitados conforme necessidade de alimentação do edifício, através de dimensionamento adequado (BOTELHO, 2014). A ABNT NBR 8194/2013, Medidores de água potável – Padronização, aborda a padronização do formato do número de série, conexões e dimensões de medidores de água potável para instalação em unidades consumidoras, sendo uma das principais normas referentes aos cavaletes hidráulicos.

Em prédios residenciais, podem ser dispostos separadamente para cada apartamento na forma de medição individualizada de água potável, que é vista como um método eficiente de reduzir desperdícios, inadimplência e facilitar a identificação de vazamentos localizados. Já no modelo de medição tradicional, cujo consumo de todos é somado e cobrado através de um único

valor, o usuário não é motivado a restringir seu consumo de água, desprezando a utilização racional e gerando conseqüente desperdício de até 40% de volume d'água em relação ao consumo realmente necessário (COELHO, 1999). A Figura 2 mostra alguns modelos de localização dos hidrômetros conforme necessidade do projetista.

Figura 2 – Esquemas verticais com disposições de hidrômetros residenciais



Fonte: Departamento de Água e Esgoto de Bauru, 2014

Em ambos os casos, a localização do(s) hidrômetro(s) deve ser definida já no projeto arquitetônico como medida de adequação ao posterior projeto hidráulico que será elaborado. Para hidrômetros individuais dispostos nos andares da edificação é importante que estes elementos estejam próximos entre si, em corredores ou *hall* dos pavimentos, com local reservado e de fácil manutenção e medição periódica. Quando se agrupa todos os hidrômetros individuais em um único pavimento (geralmente o primeiro ou o último), facilita-se ainda mais a telemetria, ao custo de aumentar o quantitativo de tubulações/conexões e conseqüente preço final do subsistema.

A Figura 3 mostra uma caixa genérica para 6 hidrômetros verticais. Entretanto, em situações normais, é preciso que o projeto se adeque sob instruções normativas da

concessionária regional, que definirá condições técnicas, procedimentos, dimensões das caixas de abrigo para hidrômetros, disposição dos cavaletes (vertical ou horizontal), entre outros.

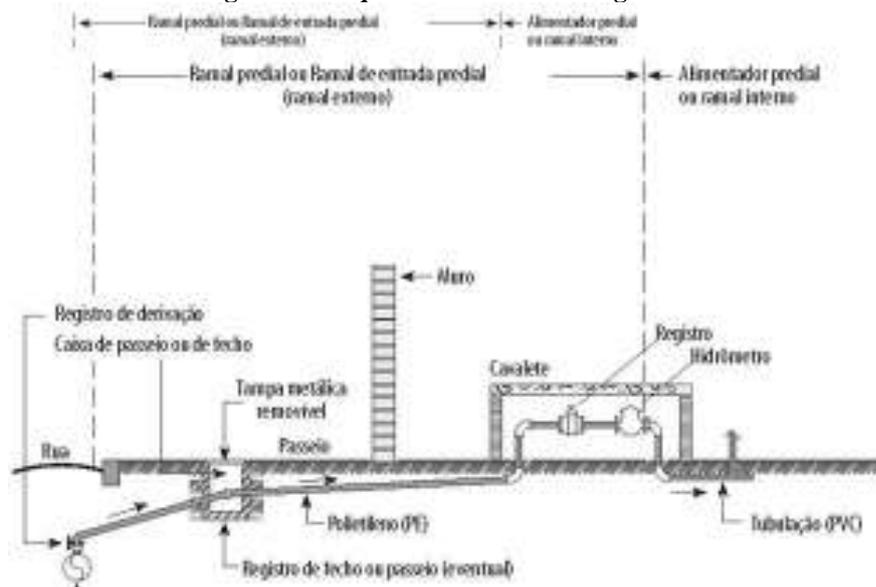
Figura 3 – Caixa de proteção metálica com 6 hidrômetros



Fonte: CARVALHO, 2017

Ainda, este trecho hidráulico pode conter, normalmente, um registro de passeio (ou de calçada) instalado pelas concessionárias na calçada externa à edificação, com objetivo de interromper o abastecimento de acordo com a necessidade (BOTELHO, 2014). Filtros de água com intuito de reter impurezas vindas da rede pública também podem ser instalados neste trecho. A Figura 4 mostra o esquema usual das peças que compõem o ramal predial e o cavalete.

Figura 4 – Esquema de entrada de água fria



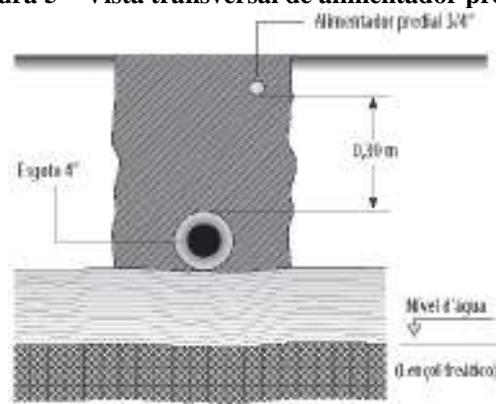
Fonte: BOTELHO, 2014

- Alimentador predial

O alimentador predial ou ramal de alimentação é definido de forma sucinta pela ABNT NBR 5626/98 como sendo o trecho de tubos que liga a fonte de abastecimento (pública e/ou privada) a um reservatório de água destinado ao uso doméstico, isto é, compreende a tubulação entre o ramal predial e a desconexão (saída d'água) ou válvula de flutuador (boia de nível) de reservatório (CREDER, 1981).

Este segmento da IPAF pode ser instalado embutido no piso, totalmente enterrado ou aparente, dependendo da disponibilidade física. Entretanto, Botelho (2014) salienta que em casos onde esteja enterrado no solo, é importante que o alimentador mantenha certa distância e profundidade mínimas de fontes potencialmente poluidoras (rede de esgotos doméstica ou pública, fossas sépticas, sumidouros, entre outras) e em cota superior a qualquer lençol freático, conforme expõe a ABNT NBR 7229/93 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. A Figura 5 e Figura 6 demonstram esses dois casos específicos com as distâncias mínimas exigidas.

Figura 5 – Vista transversal de alimentador predial



Fonte: BOTELHO, 2014

Figura 6 – Vista em planta de alimentador predial



Fonte: BOTELHO, 2014

3.1.2. Sistema elevatório

Melo (1988) diz que a instalação elevatória é composta por elementos hidráulicos que realizam a sucção da água fria de um reservatório e, logo em seguida, o direcionamento do fluido para outro reservatório em nível superior ao primeiro, através do recalque exercido pelo conjunto motobomba. Este sistema fornece energia de escoamento por meio de três mecanismos:

- a) Conjunto motobomba: normalmente se usam bombas centrífugas elétricas pareadas e independentes para atender o funcionamento diário;
- b) Tubulação de sucção: trecho de tubo que se inicia no reservatório inferior (RI), cisterna ou poço artesiano que conduz a água fria até o conjunto motobomba. Utiliza-se válvula de retenção na extremidade ligante à fonte para impedir a sucção de possíveis sólidos presentes no fluido que possam danificar a operação da bomba;
- c) Tubulação de recalque: após passar pelo conjunto motobomba, a água fria é canalizada até o reservatório presente em nível mais elevado por esse trecho de tubo, que também contém válvula de retenção com intuito de evitar refluxo na rede.

- Potabilidade da água fria

Um edifício dotado de IPAF, em geral, é abastecido por meio de canalização pública pertencente à entidade responsável pelo fornecimento de água local (MELO, 1988). A concessionária da região onde se localiza o prédio é responsável por distribuir água na sua forma potável à população conforme Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, que estabelece critérios e características mínimas deste recurso natural. Contudo, o técnico responsável pelo projeto de IPAF deve entrar em contato com a concessionária antes mesmo de solicitar o fornecimento de água para colher várias informações da área, tais como: oferta de água, eventuais quedas de vazão, regime de variação de pressões mínimas e máximas, das características da água fornecida (teores químicos, temperatura, etc.), da regularidade de abastecimento, entre outros (CARVALHO, 2017).

Todavia, quando a região no qual o edifício está inserido não possui disponibilidade de rede pública de distribuição de água fria, é conveniente utilizar-se de uma fonte particular de abastecimento, isto é, nascentes próximas, lençol subterrâneo através de poços artesianos, entre outros. Nas nascentes de rios, a água passa por processos de captação, armazenamento e, quando necessário, faz-se um tratamento à base de cloro. Já a captação em lençol freático é feita

por meio de bombeamento até a superfície (BOTELHO, 2014). Segundo Creder (1981), existem ainda as construções com distribuição mista, providas de distribuidor público e fonte(s) particular(es). Nesses casos, a ABNT NBR 5626/98 exige que o projeto tenha meios de impedir o refluxo de água da fonte de abastecimento privada para a rede pública, já que pode ocorrer a contaminação do sistema público de abastecimento.

Em todos estes casos, a potabilidade da água deve ser totalmente garantida para que as pessoas que a utilizem desfrutem completamente deste recurso natural, não apenas da ausência de enfermidades, mas também de bem-estar físico, mental e social (OMS,1946).

3.1.3. Subsistema de reservação de água fria

O reservatório é um elemento construtivo capaz de reservar um fluido específico (água fria), mantendo as condições ideais do mesmo para seu uso posterior no edifício para qualquer que seja a finalidade. Botelho (2014) ressalta que sua localização e altura são previamente fixados pelo projeto arquitetônico em conjunto com as imposições hidráulicas necessárias.

Como dito anteriormente e conforme apresentado pela ABNT NBR 5626/98, os reservatórios de água fria potável são peças fundamentais relacionadas com o padrão de potabilidade. Segundo a norma, estes recipientes devem ser estanques e vedados com relação ao ambiente externo. Sua composição material não deve reagir com o fluido armazenado, muito menos transmitir cor, odor, gosto ou toxicidade e não promover o desenvolvimento de microrganismos.

Seu uso está intimamente ligado à inconstância do abastecimento de água fria pela concessionária local devido perturbações pontuais, manutenção periódica ou situações climáticas que influenciam na rede pública (CARVALHO, 2017).

De acordo com a ABNT NBR 5626/98, em residências básicas o subsistema de reservação mais comum é composto pelo reservatório superior (RS) com volume igual ou maior que 500 L e é abastecido diretamente pela rede pública quando a pressão é suficiente para vencer o desnível geométrico até o telhado. Já em prédios residenciais, o RS fixa-se na cobertura a uma distância relativamente próxima dos pontos de consumo. Quando dimensionado e for necessária uma capacidade acima de 2000 L, o projeto deve considerar uma estrutura de suporte (feito de madeira, concreto, etc.) capaz de suportar e transmitir as cargas referentes ao peso próprio e peso da água para as vigas e/ou paredes associadas.

Segundo Carvalho (2017), prédios com três pavimentos ou mais têm RS sobre a área ocupada pela caixa de escada, sendo uma forma eficaz de aproveitamento estrutural já que neste local geralmente estão locados os pilares mais avantajados do edifício.

Independentemente da situação, a norma referente cita que o volume d'água armazenado deve ser suficiente para abastecer o edifício por 24 horas ou mais, em condições normais e desconsiderando a parcela de combate a incêndio.

Os reservatórios inferiores (RI) são aqueles locados em contato com o solo, acompanhados de sistema de recalque (canalização de sucção, conjunto motobomba e tubulação de recalque) que é responsável por transferir água fria dele para o RS (MARCIELE, 2015).

A localização do sistema elevatório depende da localização do RI e das peculiaridades arquitetônicas. A sucção é realizada, geralmente, por bomba acima do nível d'água no reservatório, podendo ser também do tipo afogada. Quanto ao próprio RI, este deve ter fácil acesso e distante de redes de esgoto e afins para evitar contaminação do fluido armazenado armazenamento de água fria sobre o solo (CARVALHO, 2017). Além disso, sua posição térrea reduz a sobrecarga nas estruturas caso existisse apenas um RS no edifício, garantindo considerável economia (BOTELHO, 2014).

Macintyre (1990) aponta que reservatórios com capacidade de armazenamento superior a 4000 L devem ser fracionados em duas partes idênticas e associadas uma com a outra pelo barrilete, quando praticável. Já Botelho (2014) expõe que esses devem ser divididos em duas ou mais câmaras comunicantes entre si a partir de 3000 L, visando situações de operação e manutenção sem o comprometimento da continuidade na distribuição de água fria interna ao edifício.

3.1.4. Subsistema de distribuição interna de água fria: composição e tipos

É preciso ter em mente algumas definições importantes elucidadas pela ABNT NBR 5626/98 e também de diversos autores sobre: barrilete, coluna de água fria (CAF), ramal e sub-ramal para nortear sobre este subsistema hidráulico-predial.

- Barrilete

A ABNT NBR 5626/98 define o barrilete ou colar de distribuição como sendo a tubulação que se origina, geralmente, na saída do RS e acima da laje de forro, do qual derivam

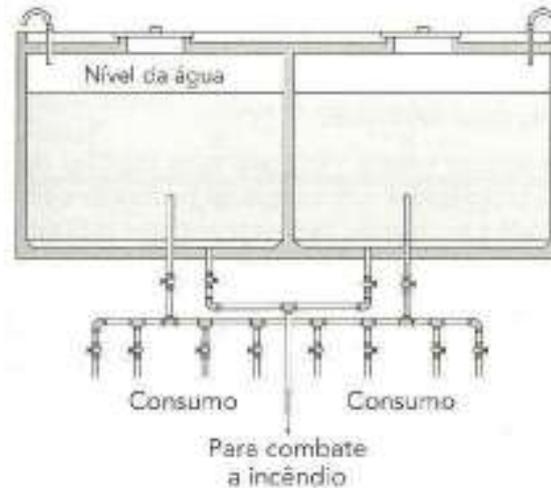
as colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto. Já quando se trata de abastecimento do tipo direto, pode ser tratado como sendo a tubulação diretamente ligada ao ramal predial ou, ainda, à fonte de abastecimento não-pública.

Conforme destaca Melo (1988), o barrilete comanda a distribuição interna de água fria por intermédio de registros de gaveta, dispostos em um espaço de altura disponível igual ou maior a 0,6 metros, suficiente para operações de manutenção ou manobra das válvulas. Também, a ABNT NBR 5626/98 recomenda a instalação de registro de fechamento no trecho que alimenta o próprio barrilete ou, caso seja um abastecimento do tipo direto, insere-se um registro em cada trecho onde há ligação com o RS.

Adiante, segundo Botelho (2014), este componente da IPAF é muito mais do que um meio simplificador de organização do subsistema de distribuição: caso todas as colunas de um prédio fossem ligadas diretamente ao RS, seria preciso diversas perfurações na estrutura do mesmo, comprometendo a impermeabilização adequada das lajes. Além disso, teríamos uma quantidade maior de registros, tubos e serviços associados, resultando em um método altamente oneroso e de árdua instalação/operação.

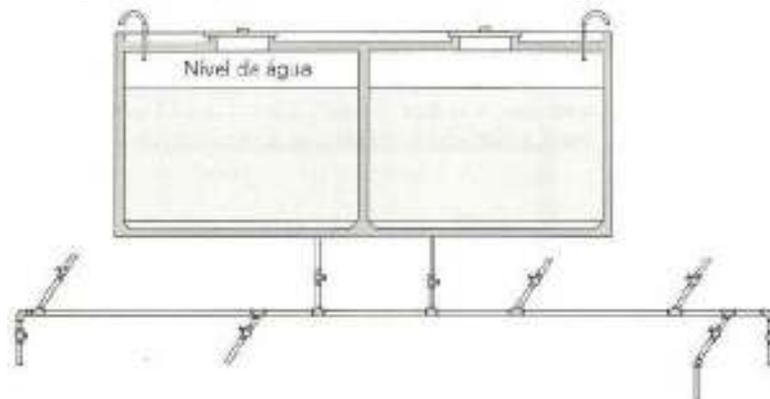
Quanto ao arranjo do barrilete, este pode ser do tipo ramificado ou concentrado, dependendo do posicionamento das CAF no edifício. O tipo ramificado, torna-se mais econômico graças aos registros de operação a montante das CAF vinculados diretamente na rede de distribuição sem a necessidade de mudança de trajeto dos tubos. O tipo concentrado se trata de quando um ambiente único, avantajado e restrito acomoda todos os registros de operação para as ramificações que abastecerão as CAF, garantindo assim alta segurança e controle da distribuição predial de água fria. Ainda, nestes dois tipos de barrilete, seus componentes devem dispor de espaço útil mínimo adequado em relação ao piso, paredes e teto acabados, facilitando o acesso e a realização de operações de manutenção periódicas ao longo de sua vida útil (CARVALHO, 2017). A Figura 7 e Figura 8 mostram esses dois tipos de barrilete comumente utilizados.

Figura 7 – Esquema vertical de barrilete do tipo concentrado



Fonte: CARVALHO, 2017

Figura 8 – Esquema vertical de barrilete do tipo ramificado



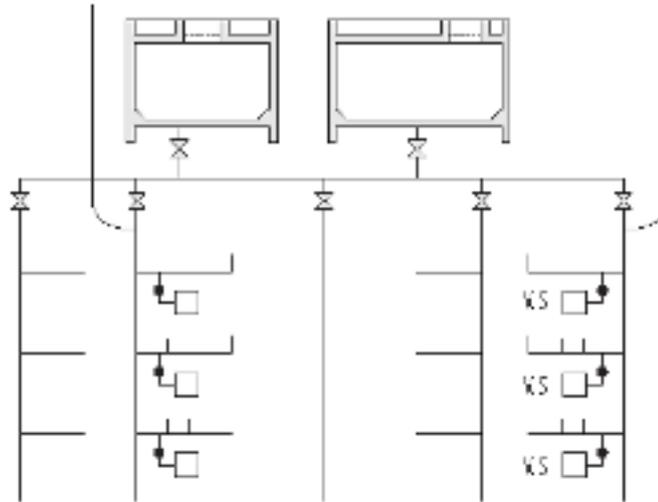
Fonte: CARVALHO, 2017

- Coluna de água fria (CAF)

A ABNT NBR 5626/98 descreve que a coluna de água fria ou coluna de distribuição é a tubulação vertical derivada do barrilete que alimenta os ramais nos pavimentos.

É relevante lembrar que, antigamente, a maioria dos banheiros apresentavam ao menos um vaso sanitário com válvula de descarga que demandava considerável consumo de água fria. Portanto, era essencial que existisse uma CAF exclusiva apenas para esses aparelhos sanitários (Figura 9), já que o subsistema se tornava passível de refluxo e sofria de falta de pressão em outros pontos de utilização enquanto a válvula de descarga estivesse ativa.

Figura 9 – Esquema vertical de CAF ventiladas exclusivas para vasos sanitários

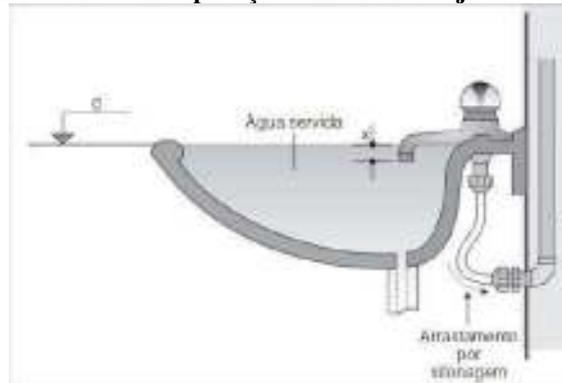


Fonte: BOTELHO, 2014

A ABNT NBR 5626/98 mostra a importância de se utilizar tubulações auxiliares para ventilação da CAF na presença de válvula de descarga na rede. O motivo desta ramificação ventilada está associado à eliminação de bolhas de ar que diminuem a vazão de água fria nos pontos de utilização e, além disso, em momentos de falta de água e posterior normalização do abastecimento, as colunas de ventilação tratam de transportar e expelir o ar preso e acumulado nas tubulações até a atmosfera.

Somado a isso, temos também o combate à retrossifonagem, que é um fenômeno de refluxo de águas servidas, poluídas ou contaminadas de volta ao sistema de consumo. Este evento ocorre quando aparelhos ou recipientes possuem saída de água potável abaixo do plano de transbordamento, ocasionando uma contaminação de microrganismos generalizada na rede de abastecimento e comprometimento da potabilidade da água. Atualmente, os principais fabricantes de instrumentos hidráulicos prediais já disponibilizam meios de segurança contra esse fenômeno com eficiência comprovada através de verificações e testes normatizados em aparelhos, como é o exemplo do êmbolo em válvulas de descarga que cessa o fluxo de água nas duas direções (CARVALHO, 2017). A ABNT NBR 5626/98 exige separação atmosférica padronizada com resultados satisfatórios em pontos de utilização sujeitos a tal fenômeno, como exemplificado no lavatório da Figura 10, sendo necessário, no mínimo, uma distância de duas vezes o diâmetro da torneira entre o nível d'água do lavatório e a saída de água do aparelho (CREDER, 1981).

Figura 10 – Lavatório sem separação atmosférica sujeito a retrossifonagem

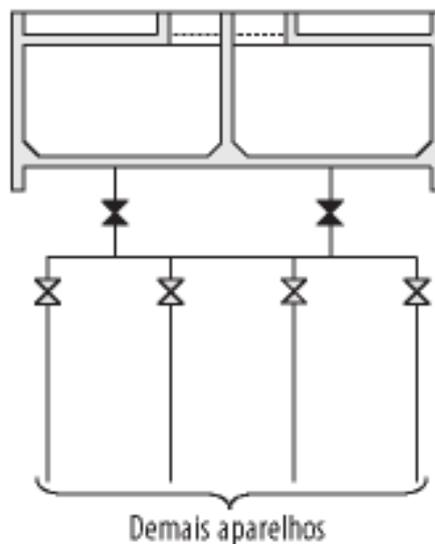


Fonte: CARVALHO, 2017

Ainda, não se deve utilizar aquecedor de água abastecido por CAF contendo válvula de descarga, já que provavelmente irá ocorrer quebra do aparelho (BOTELHO,2014). Na atualidade, a maioria dos banheiros dispõem de vasos sanitários de caixa acoplada ou caixa de descarga, dispensando uma CAF exclusiva, aumentando assim a economia tanto no consumo de água fria quanto na quantidade de componentes hidráulicos (tubos, conexões e afins).

A Figura 11 mostra um esquema simplificado de quatro CAF associadas a um barrilete do tipo ramificado. Cada CAF deve apresentar, no mínimo, um registro de fechamento posicionado a montante do primeiro ramal, ilustrados pelos registros exclusivos preenchidos na cor preta na mesma figura.

Figura 11 – Esquema vertical de barrilete do tipo ramificado



Fonte: BOTELHO, 2014

- Ramal

Os ramais de distribuição interna diferem do ramal predial, já que são as tubulações derivadas das CAF e destinadas a alimentar os seus respectivos sub-ramais (CREDER, 1981). São embutidos na alvenaria ou percorrem o teto/piso de forma quase imperceptíveis, acobertados em razão da sua aparência de caráter não-arquitetônico, podendo haver pequena declividade nos trajetos horizontais com intuito de evitar formação de bolhas, segundo recomendações da ABNT NBR 5626/98.

Ainda segundo esta norma, a montante e a jusante do ramal pode conter um registro de fechamento específico para cada espaço do edifício que possua componentes hidráulicos, facilitando na interrupção localizada do fluxo d'água para, principalmente, propiciar a manutenção de aparelhos dentro de um nível de conforto aceitável.

- Sub-ramal

O sub-ramal é o trecho curto de tubulação que faz a ligação do ramal com os pontos de utilização. Quase sempre são tubos de pequeno diâmetro já que, muitas vezes, vão de encontro a apenas uma peça de utilização (vaso sanitário, lavatório, pia de cozinha, ducha, etc.). A ABNT NBR 5626/98 exige que qualquer parte do subsistema de água fria antecessor ao ponto de utilização, isto é, componentes a montante desta extremidade, deve manter as características da água fria para seu uso específico naquele ponto.

3.1.5. Materiais e componentes empregados

Existem vários tipos de materiais que podem ser empregados conforme necessidade do projeto hidráulico predial. Contudo, para distribuir água fria, normalmente se utiliza tubulação de composição plástica. Atualmente, sabe-se que uma das maiores evoluções presente nas instalações hidráulicas, compreendendo as instalações prediais e redes de abastecimento de água potável, de águas pluviais, de esgotos sanitários e obras afins, foi a troca de materiais metálicos, cerâmicos e de fibrocimento pelo polímero cloreto de polivinila, comumente denominado de PVC (BOTELHO, 2014).

- Características da tubulação PVC

Os tubos de PVC são considerados materiais leves, imunes à corrosão e possuem fácil instalação, características que valorizam suas mais variadas aplicações no âmbito hidrossanitário (CARVALHO, 2017).

Os do tipo soldável, geralmente de cor marrom e com bitola comercial em milímetros, são amplamente utilizados para conduzir água fria em sistemas prediais, para todos os padrões e tipos de obra (residenciais, comerciais e industriais). Já os tubos do tipo roscável se apresentam geralmente na cor branca e são comercializados com bitola em polegadas. Possuem longa vida útil, alta resistência mecânica (maior que tubos do tipo soldável) e sua rosca na extremidade facilita uma eventual desmontagem da linha para mudança do traçado ou manutenções periódicas, mostrando-se uma boa opção para estruturas industriais (TIGRE, 2016).

Com relação à regulamentação, esse tipo de tubo deve seguir as diretrizes da ABNT NBR 5648/2018, Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria – Requisitos. Esta norma trata de critérios de controle sobre o composto, de requisitos de desempenho mais adequados e verificação sistemática periódica e permanente das exigências de qualidade. Além disso, possui como objetivo a fixação das condições necessárias para tubos e conexões de PVC que são amplamente utilizados em sistemas prediais de água fria, caracterizados por dispor de pressão de serviço igual a 750 kPa a uma temperatura de 20°C, compreendendo 500 kPa de pressão estática máxima disponível e os 250 kPa restantes de sobrepressão máxima. Ainda segundo a ABNT NBR 5648/2018, os tubos, conexões e as juntas de PVC devem trabalhar com adução de água pressurizada em temperatura limite de 45°C para utilização de forma geral e/ou suprimento de água potável, levando em consideração que a pressão de serviço da tubulação deve ser reduzida em função da temperatura do fluido conduzido, no caso, a água potável.

Já a padronização dos diâmetros externos, comprimentos e tolerâncias, bem como a fixação de séries de tubos PVC rígido com seção circular feitos por extrusão, são regidos pela ABNT NBR 5680/77.

Os tubos de PVC devem assegurar, segundo as exigências e recomendações da ABNT NBR 5626/98, três pontos essenciais:

- a) Não prejudicar a potabilidade da água durante o tempo no qual está em contato quase permanente com o fluido;

- b) Seu desempenho e dos componentes associados não devem ser prejudicados por possíveis variações de características da água e/ou ações degradantes do ambiente no qual se encontra;
 - c) Assegurar o funcionamento satisfatório no decorrer do seu uso.
- Degradação dos tubos PVC

Quando não há proteção contra raios UV ou solventes orgânicos, as tubulações de PVC podem sofrer deterioração e conseqüente decréscimo de desempenho devido alterações em suas propriedades físico-químicas. Ainda segundo a ABNT NBR 5626/98, deve-se ficar atento ao efeito de fadiga que possa vir a ocorrer quando há sobrepressões no sistema, expansão térmica com variação das dimensões da peça e, também, a impactos mecânicos variáveis e imprevisíveis durante utilização. A estocagem adequada em locais protegidos do sol e um transporte cuidadoso que evite impactos fortes são alguns dos pontos importantes que os fabricantes ressaltam nos seus respectivos manuais para não comprometer a qualidade do material.

Contudo, a IPAF não se resume apenas aos tubos de PVC: existem outros diversos tipos de materiais empregados com suas respectivas finalidades, sobretudo os de composição metálica (aço carbono galvanizado, cobre, conexões em ferro fundido galvanizado ou liga de cobre), plástica (poliéster, polipropileno), fibrocimento, concreto, impermeabilizantes, entre outros. Portanto, nas situações onde seja necessário o uso de tais materiais, é importante que se respeite as normas vigentes e os princípios de uso específico, além de buscar embasamento nos dados técnicos fornecidos pelos fabricantes correspondentes.

3.1.6. Tipos de distribuição interna predial

Estabelecidas as definições e observações sobre barrilete, CAF, ramal e sub-ramal, entende-se que o subsistema de abastecimento (ou de distribuição) interno seja o esquema hidráulico que se inicia imediatamente após a saída de água do RS ou do cavalete e se estende até a peça de utilização, passando por barrilete, colunas, ramais e sub-ramais. Conforme destaca Carvalho (2017), há três maneiras de abastecimento predial voltadas para o consumo de água potável: o sistema de distribuição direto, o indireto e o misto.

Estes sistemas podem dispor de bombeamento ou não, conforme necessidade de abastecimento e variáveis operacionais. Ainda assim, cada um deles possui suas peculiaridades,

vantagens e desvantagens, que diferem entre si de acordo com a disponibilidade de água no local, tipo de empreendimento e carecem da análise do técnico responsável.

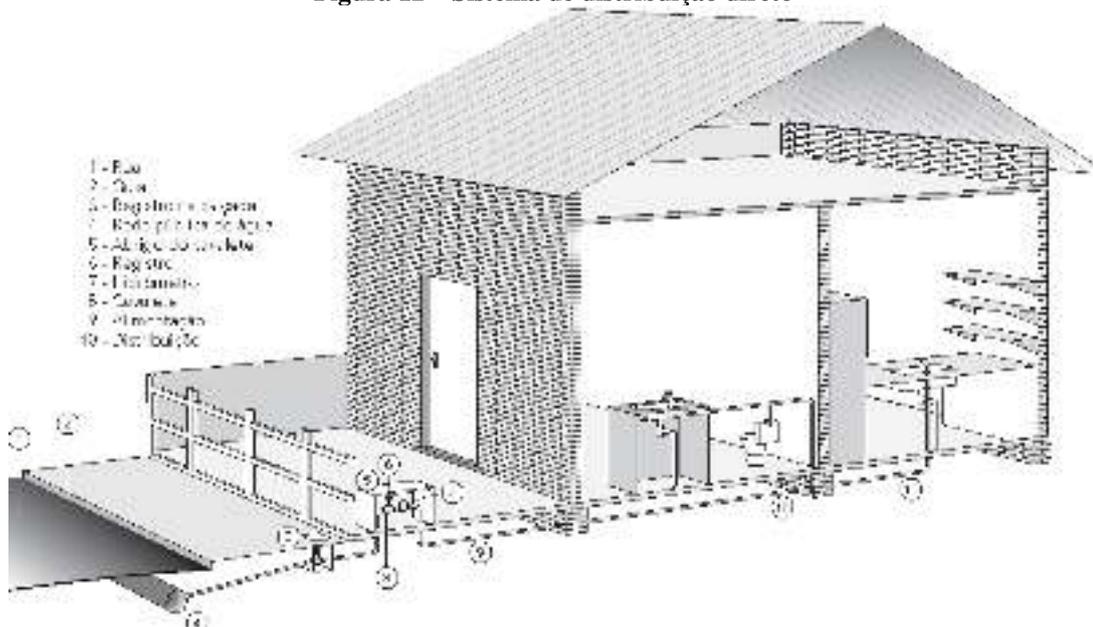
- Sistema direto de distribuição

Quando do tipo direto, o sistema de distribuição apresenta fornecimento de água potável a todos os pontos de utilização do edifício diretamente da rede pública de abastecimento, isto é, não existe a mediação nas tubulações de qualquer tipo de reserva. É uma distribuição ascendente, podendo ser dotada de conjunto motobomba em casos quando a rede pública não ofereça pressão suficiente para que a água seja elevada aos pavimentos mais altos do edifício (MEDEIROS, 2017).

O conjunto motobomba, também chamado de instalação elevatória, é responsável por elevar a pressão da água da fonte até o ponto de utilização quando abastecimento do tipo direto, ou para suprir água no RS (comum ou hidropneumático) em sistemas de abastecimento do tipo indireto ou ainda, em situações especiais de pressão insuficiente em pontos de utilização localizados. A ABNT NBR 5626/98 exige que o bombeamento possua, no mínimo, duas unidades independentes e prontas para uso, para o caso onde se evidencie falha mecânica que impeça a operação do equipamento. Além disso, o local e a configuração de instalação devem minimizar ruídos e vibrações ocasionados pela unidade elevatória.

A Figura 12 ilustra um exemplo clássico deste tipo de sistema.

Figura 12 – Sistema de distribuição direto



Fonte: CARVALHO, 2017

Todavia, a ABNT NBR 5626/98 ressalta que a introdução do equipamento para elevação da pressão da água potável neste tipo de sistema de abastecimento deve possuir autorização prévia da concessionária responsável pela região. Ainda, a utilização de bombeamento em sistemas de abastecimento do tipo direto deve ser evitada em razão de possíveis perturbações na pressão da rede pública de abastecimento (MEDEIROS, 2017).

A principal limitação deste sistema está direcionada na regularidade e oferta de vazão e pressão de forma interrompida, o que nem sempre é possível em certas regiões do Brasil. Apesar de ser aparentemente de baixo custo de instalação e beneficiado com pressão mínima de projeto igual a 10 mca, bastante satisfatória, este sistema sujeita-se a causar grandes transtornos em casos de interrupção súbita no fornecimento público de água encanada (CARVALHO, 2017). Além disso, o diâmetro reduzido das tubulações que abastecem o edifício, muitas vezes, impede o funcionamento de válvulas de descarga em vasos sanitários e uma adequada pressão em chuveiros durante variação de pressão (OLIVEIRA, 2015).

Ainda segundo Botelho (2014), a economia adquirida com esse sistema é muito pequena e insegura por necessitar de dispositivo de proteção contra refluxo de água (retrossifonagem) para a rede pública. Este equipamento do tipo válvula de retenção atua evitando o refluxo de água usada para o interior da tubulação, procedente de reservatório, bidê, lavatório, banheira, aparelho sanitário ou qualquer outra peça de utilização, em virtude da pressão interna do tubo se apresentar menor do que a atmosférica, conforme destaca a ABNT NBR 5626/98.

- Sistema indireto de distribuição – sem bombeamento

Quando indireto e sem bombeamento, é considerado um dos sistemas de distribuição mais comum nas residências, dispondo de pressão suficiente para o abastecimento de água fria na construção, porém com descontinuidade de fluxo, sendo fundamental a presença de reservatório a uma altura superior a qualquer peça de utilização, caracterizando assim uma alimentação descendente (CREDER, 1981).

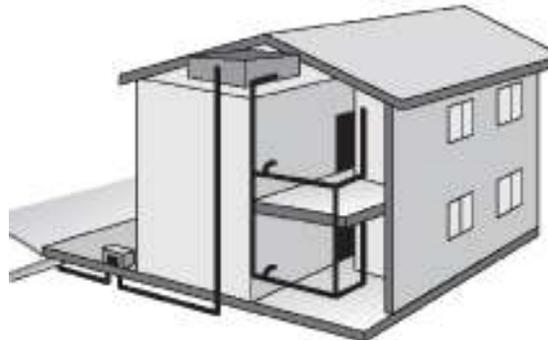
O termo “indireto” sugere que a rede pública não se conecta diretamente aos pontos de utilização predial. A reserva de água fria no edifício mostra-se uma forma eficaz de garantir a regularidade do abastecimento ao longo de, até mesmo, vários dias, dependendo das dimensões do reservatório e do consumo d’água, revelando-se uma boa escolha sob visão econômica, técnica, prática, entre outras.

De acordo com Botelho (2014), a pressão disponibilizada pela rede pública de abastecimento é capaz de atingir, no máximo, um reservatório localizado até 7 metros de altura

no edifício, variando conforme região e até mesmo do bairro da cidade. Entretanto, Carvalho (2017) salienta que a rede pública é capaz de abastecer prédios de até três pavimentos, totalizando 9 metros do térreo até o reservatório sem maiores problemas.

A Figura 13 ilustra um modelo deste caso sem bombeamento em um edifício com dois pavimentos.

Figura 13 – Sistema de distribuição indireto sem sistema de recalque



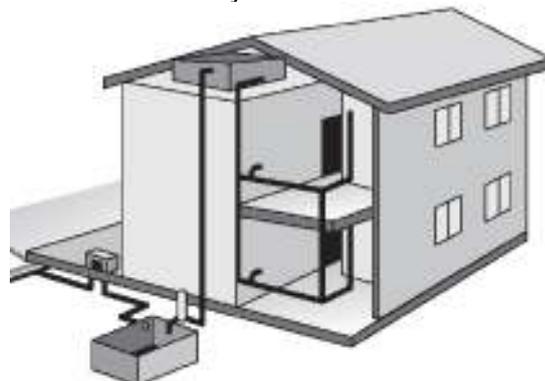
Fonte: BOTELHO, 2014

- Sistema indireto de distribuição – com bombeamento

Difere do anterior justamente pela presença de conjunto motobomba (ou sistema de recalque) no intermédio entre o RI e o RS. Bastante comum em construções verticais de médio e grande porte, além de indústrias, neste sistema a rede pública abastece o RI que geralmente está enterrado no solo, enquanto que a instalação elevatória é responsável por transportar a água fria do RI até o RS. A partir deste último, a alimentação dos pontos de utilização é feita por gravidade (CARVALHO, 2017).

A Figura 14 mostra um modelo deste caso contendo instalação elevatória em um edifício com dois pavimentos.

Figura 14 – Sistema de distribuição indireto com RI e sistema de recalque



Fonte: BOTELHO, 2014

É importante lembrar que não se deve utilizar bombeamento diretamente na rede pública de abastecimento, pois é proibido pelas concessionárias e por alguns códigos estaduais, quando existirem, tendo autorização apenas em casos particulares onde há avaliação prévia e necessidade comprovada, como é o caso de serviços de lava jato para automóveis (BOTELHO, 2014).

- Sistema indireto de distribuição - hidropneumático

Caracterizado por equipamento pressurizador de água, é utilizado em casos especiais onde há falta de pressão em determinados pontos da IPAF quando sistema por gravidade não consegue supri-los (CARVALHO, 2017). Geralmente são encarregados de pressurizar o pavimento logo abaixo do RS, máquinas industriais com terminal de alta pressão, ou mesmo quando não há meios técnicos e econômicos de se construir um RS no edifício (BOTELHO, 2014).

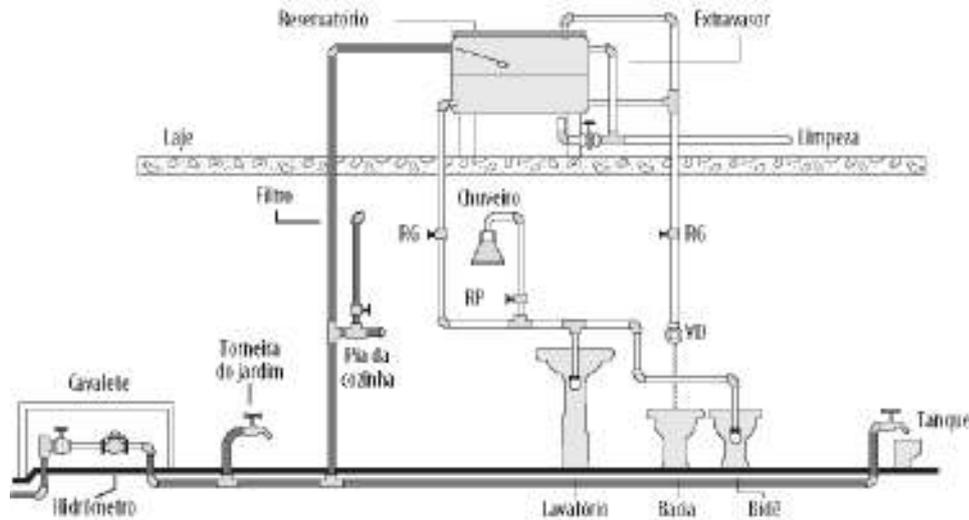
Creder (1981) recomenda que o projetista procure evitar este tipo de distribuição indireta pois costuma demandar elevado investimento inicial, exigindo manutenção mais frequente se comparado a um convencional e torna-se inoperante quando ocorre queda de energia elétrica necessitando, portanto, de gerador à combustão para não comprometer o abastecimento d'água nesta situação.

- Sistema misto de distribuição

Finalmente, este sistema consiste na junção do sistema de abastecimento direto com o indireto, sendo que o abastecimento predial é feito parcialmente pelo RS ou pela rede pública.

Em concordância com Botelho (2014), as peças de utilização como pia de cozinha com torneira dupla, tanque de lavar, filtro d'água e torneiras de jardim podem ser abastecidas diretamente pela rede pública com benefício de alta pressão em comparação aos pontos de utilização com água fornecida pelo RS, desde que seja previsto meios de resguardo contra contaminação vinda do reservatório, já que esses componentes podem receber água tanto da rede pública quanto do RS (por esse motivo o termo "misto"). A Figura 15 mostra um esquema transversal do sistema misto de distribuição de água fria.

Figura 15 – Sistema misto de distribuição e peças de utilização



Fonte: BOTELHO, 2014

Trata-se do sistema mais usual e vantajoso em residências ou prédios pequenos, sendo visto pela ABNT NBR 5626/98 como a melhor solução em diversas situações devido sua versatilidade.

3.2. DIMENSIONAMENTO DAS IPAF

A ABNT NBR 5626/98 contém o passo a passo para o dimensionamento dos elementos hidráulicos das IPAF, baseado em cálculos empíricos e verificações a rigor durante suas fases de revisão ao longo dos anos. Assim, os métodos de cálculos, especificações, tabelas e expressões mostrados a seguir são norteados e garantidos pela mesma norma.

Os condutos de água fria devem ser dimensionados considerando o fluido escoando sob pressão diferente da atmosférica, com funcionamento totalmente cheio e permanentemente fechado, daí a designação de conduto forçado (NETTO, 2018). Além disso, os tubos devem estar livres de interferências externas e garantir o abastecimento de água com vazão, escoamento, pressão e perda de carga adequadas, sempre evitando o superdimensionamento (CARVALHO, 2017).

3.2.1. Consumo predial

O consumo diário (Cd) demandado pelo edifício é um valor aproximado da água fria que será consumida pelos moradores ao longo de, no mínimo, um dia. Seu cálculo é baseado

em fatores como: pressão e vazão nos pontos de utilização, número de aparelhos e sua respectiva frequência de uso, total de usuários e capacidade financeira dos mesmos, clima local, dentre outros. Assim, como método de determinação do Cd, adota-se a Equação 1 (CARVALHO, 2017):

$$Cd = P * q \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde: Cd = consumo diário (L/dia);

P = população total da edificação;

q = consumo *per capita* (L/dia)

A determinação da população P do edifício é feito com base em alguns fatores arquitetônicos do mesmo. Seu cálculo é feito conforme Equação 2, considerando duas pessoas por dormitório social (MEDEIROS, 2017):

$$P = N_{apto} * N_{pav}(2N_{dorm}) + N_{zel} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde: N_{apto} = quantidade de apartamentos por pavimento;

N_{pav} = quantidade de pavimentos;

N_{dorm} = quantidade total de dormitórios sociais;

N_{zel} = quantidade de zelador.

Para a determinação do q é necessário estabelecer o tipo de edificação. Normalmente, dimensiona-se apartamentos e, segundo Carvalho (2017), para este tipo de ocupação, o consumo diário é $q = 200$ L/dia.

3.2.2. Abastecimento predial

- Ramal e alimentador predial

Quando em situação de abastecimento contínuo, isto é, o edifício conta com sistema de distribuição indireta, a vazão mínima ($Q_{MÍN}$) em L/s para consumo em 24 horas é calculada pela seguinte Equação 3 (CREDER, 1981):

$$Q_{MÍN} = \frac{Cd}{86400} \quad \text{Eq. (3)}$$

Assim, considerando a velocidade da água (v) variando entre 0,6 e 1,0 m/s, o diâmetro mínimo do ramal predial ($D_{MÍN}$) é obtido através da Equação 4 (BOTELHO, 2014).

$$D_{MÍN} = \sqrt{\frac{4 * Q_{MÍN}}{\pi * v}} \quad \text{Eq. (4)}$$

Grande parte das concessionárias adotam o diâmetro de 20 mm para abastecer residências. A Tabela 1 mostra a variação deste diâmetro em função do Cd, fixando-se a velocidade em 0,6 ou 1,0 m/s.

Tabela 1 – DN do ramal predial conforme Cd e velocidade

VELOCIDADE (m/s)	DN (mm)									
	20	25	32	40	50	60	75	100	125	150
	Cd (m³)									
0,6	16,3	25,4	41,7	65,1	101,8	146,6	229,0	407,2	636,2	916,1
1,0	27,1	42,4	69,5	108,6	169,6	244,3	381,7	678,5	1060,2	1526,8

Fonte: ILHA & GONÇALVES, 1994

Em relação ao alimentador predial, Botelho (2014) afirma que seu diâmetro é idêntico ao calculado para o ramal predial.

- Cavalete

O aparelho medidor de consumo de água fria e seu abrigo exclusivo geralmente são dimensionados a partir da Tabela 2, considerando a vazão prevista na rede.

Tabela 2 – Dimensionamento do diâmetro e abrigo do cavalete

DIÂMETRO RAMAL PREDIAL (mm)	HIDRÔMETRO		DIÂMETRO CAVALETE (mm)	ALTURA, LARGURA E PROFUNDIDADE (m)
	CONSUMO PROVÁVEL (m ³ /dia)	VAZÃO (m ³ /h)		
20	5	3	20	0,85 x 0,65 x 0,30
25	8	5	25	0,85 x 0,65 x 0,30
25	16	10	32	0,85 x 0,65 x 0,30
25	30	20	40	0,85 x 0,65 x 0,30
50	50	30	50	2,00 x 0,90 x 0,40

Fonte: BOTELHO, 2014

A ABNT NBR 5626/98 ainda especifica a vazão máxima ($Q_{MÁX}$) que os hidrômetros devem apresentar também em função do Cd, expressa em m³/h, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – DN para hidrômetros conforme vazão máxima

$Q_{MÁX}$ (m ³ /h)	DN (mm)
1,5	15 e 20
3,0	15 e 20
5,0	20
7,0	25
10,0	25
20,0	40
30,0	50

Fonte: ABNT NBR 5626, 1998

3.2.3. Reservação Predial

- Reservatório superior e inferior

Botelho (2014) mostra uma relação entre a reservação total (R_T) e o Cd, aconselhando estar no seguinte intervalo:

$$Cd < R_T < 3Cd \quad \text{Eq. (5)}$$

Ainda segundo o autor, a reserva total é delimitada a um valor abaixo o triplo do Cd para evitar grande acúmulo de fluido, salvo em casos especiais que necessitem de tal volume e sejam previstas adequações técnicas. Além disso, a ABNT NBR 5626/98 fixa em 500 L o volume mínimo para residências pequenas. Segundo a mesma norma, este volume total, que é geralmente dividido entre o RS e RI, precisa ser suficiente para abastecer o edifício por pelo menos 24 horas.

É importante lembrar que o Cd está inteiramente ligado ao volume mínimo que será armazenado no edifício por um reservatório ou mais. Além disso, no cálculo do Cd deve ser previsto a reserva de incêndio mínima para permitir o primeiro combate durante determinado tempo em uma situação atípica de sinistro, conforme expõe a ABNT NBR 13714/2003 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Carvalho (2017) mostra que essa parcela destinada a combater incêndio é usualmente somada ao RS com volume previsto em projeto como sendo de 15 a 20% do Cd (CREDER, 1981).

Portanto, recomenda-se que o RI armazene três quintos do volume calculado para o Cd, enquanto que o RS fique com a parcela complementar igual a 40% (BOTELHO, 2014).

Em relação ao extravasor (ladrão), seu diâmetro comercial é aquele imediatamente superior ao diâmetro da tubulação que alimenta o reservatório (tubulação de recalque), seja este o RI ou o RS (MEDEIROS, 2017).

- Canalização de recalque

O diâmetro mínimo da tubulação de recalque é calculado pela equação de Forchheimer (MACINTYRE, 1990):

$$D_{REC} = 1,3\sqrt{Q_{REC}} * \sqrt[4]{X} \quad \text{Eq. (6)}$$

Onde: D_{REC} = diâmetro de recalque mínimo, em metros;

Q_{REC} = vazão de recalque, em m³/s;

X = relação entre número de horas com bomba em funcionamento e 24 horas.

Conforme Medeiros (2017), a vazão Q_{REC} é calculada por uma relação entre o Cd e o número total de horas com funcionamento de bomba em um dia (N_F), como mostra a Equação 7.

$$Q_{REC} = \frac{Cd}{N_F} \quad \text{Eq. (7)}$$

Já a incógnita adimensional (X) pode ser definida através da Equação 8.

$$X = \frac{N_F}{24} \quad \text{Eq. (8)}$$

O cálculo do número de horas em um dia com funcionamento do conjunto motobomba (N_F) varia de acordo com o tipo do edifício, mostrado na Tabela 4. Este funcionamento é dividido em intervalos ao longo do dia já que o uso diário de água fria nas edificações é caracterizado por picos de consumo em determinados horários.

Tabela 4 – Número de horas de funcionamento da bomba conforme tipo de edifício

TIPO DE EDIFICAÇÃO	QUANT. DE PERÍODOS POR DIA	TEMPO DE CADA PERÍODO (min)	TOTAL DIÁRIO (h)
Prédios para apartamentos	3	90	4,5
Prédios para escritórios	2	120	4,0
Prédios para hospitais	3	120	6,0
Prédios para hotéis	3	90	4,5

Fonte: MEDEIROS, 2017

- Canalização de sucção

A linha de aspiração deve ter diâmetro comercial (D_{SUC}) imediatamente superior daquele calculado para a tubulação de recalque, isto é (CREDER, 1981):

$$D_{SUC} > D_{REC} \quad \text{Eq. (9)}$$

3.2.4. Vazões nas tubulações

A vazão hidráulica é justamente o volume de água a ser transportado de um local a outro atravessando uma determinada seção (calha, tubo, entre outros) por unidade de tempo, sendo

geralmente expressa em L/s ou m³/s. Um dos principais requisitos na IPAF é a disponibilidade de água na quantidade apropriada em todos os pontos de utilização, sempre quando necessário, com o propósito de minimizar os custos envolvidos. Dessa forma, a vazão de projeto pode ser determinada através de duas formas distintas (MEDEIROS, 2017).

Um dos modos de cálculo supõe o funcionamento simultâneo de todos os pontos de utilização que compõem o subsistema de água fria. Este caso onde há um consumo máximo possível é usualmente adotado em instalações cujos horários de funcionamento são pontuais e acentuados, como por exemplo em hotéis, cinemas, estádios, quartéis, unidades educacionais, dentre outros (CREDER, 1981). Entretanto, essa situação de vazão máxima de projeto constitui, geralmente, em um superdimensionamento inconveniente, visto que a probabilidade de ocorrência é mínima, apresentando-se como uma técnica não-econômica (ILHA & GONÇALVES, 1994).

Assim, o outro modo de cálculo mais econômico surgiu como uma solução apropriada baseado em fatores incorporados à vazão máxima de projeto, representando a probabilidade de ocorrência de uso simultâneo de diferentes pontos na IPAF. Deste modo, a chamada vazão máxima provável é recomendada pela norma vigente e leva em consideração a probabilidade de que nem todos os aparelhos hidráulicos estejam em funcionamento simultâneo (MEDEIROS, 2017).

Logo, para este caso de consumo máximo provável, são atribuídos “pesos” relativos estabelecidos de forma empírica em função da vazão de projeto de cada ponto de utilização. A Equação 10 calcula a vazão na tubulação, considerando a quantidade de peças e seus respectivos tipos, além do coeficiente de descarga.

$$Q = C\sqrt{\sum P} \quad \text{Eq. (10)}$$

Onde: Q = vazão estimada no trecho considerado, em L/s;

C = coeficiente de descarga igual a 0,3 L/s;

$\sum P$ = somatório dos pesos das peças de utilização a jusante do trecho considerado.

Seu uso está relacionado na determinação estimada da vazão do barrilete, CAF e ramais de distribuição direta. Os valores normalmente utilizados dos pesos relativos são exibidos na Tabela 5.

Tabela 5 – Pesos relativos para peças hidráulicas

APARELHO SANITÁRIO	PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO (L/s)	PESO RELATIVO
Vaso sanitário	Caixa de descarga ou acoplada	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,70	32,0
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro	Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê	Misturador	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha	Misturador	0,20	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório	Torneira ou misturador	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Válvula de descarga (com sifão integrado)	0,50	2,8
	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório (sem sifão integrado)	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia	Torneira ou misturador	0,25	0,7
	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4

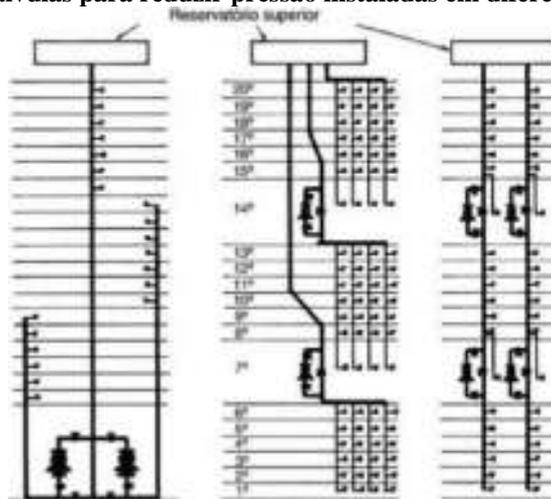
Fonte: ABNT NBR 5626, 1998

3.2.5. Pressões atuantes na rede de água fria

- Pressão estática

Quando há pressão estática significa que o fluido não está em movimento de escoamento, isto é, não há consumo de água fria na rede de distribuição. A norma determina que em qualquer ponto da IPAF esta pressão deve ter, no máximo, um valor de $400 \text{ kPa} = 40 \text{ mca}$ (metros de coluna de água). Tubulações com pressão sem escoamento maiores que isto estão sujeitas ao golpe de aríete, ruídos acentuados e manutenções mais constantes. Assim, edifícios com distância vertical maior que 40 metros entre o reservatório e qualquer ponto de utilização devem conter válvulas redutoras de pressão (Figura 16) ou reservatório no intermédio do prédio (CARVALHO, 2017).

Figura 16 – Válvulas para reduzir pressão instaladas em diferentes pavimentos



Fonte: CREDER, 1981

- Pressão dinâmica

A pressão dinâmica é quando o fluido está em movimento de escoamento dentro de um conduto forçado. Neste caso, a norma estabelece que os pontos de utilização não podem apresentar pressão dinâmica inferior a 1 mca, exceto em ponto de caixa de descarga (0,5 mca) e de válvula de descarga (1,5 mca), ambos para vaso sanitário. Ainda assim, em qualquer ponto da tubulação, a pressão dinâmica deve ser no mínimo igual a 0,5 mca.

O motivo de restringir o valor mínimo desta pressão está justamente em evitar pressões negativas nos pontos mais críticos do subsistema de água fria e no quesito de comprometimento da alimentação das peças de utilização. Por outro lado, pressões hidráulicas excessivas

favorecem o consumo e conseqüente desperdício de água fria. Sendo assim, manter essa pressão com escoamento próximo dos valores mínimos é o caso mais aconselhável no dimensionamento da rede de distribuição (MEDEIROS, 2017).

- Pressão de serviço

Define-se como pressão de serviço o máximo valor permitido em qualquer elemento hidráulico durante seu tempo de uso (tubo, válvula, registro, conexão, dentre outros). Conforme descreve a norma vigente, sobrepressões eventuais de até 20 mca causadas por componentes hidráulicos — por exemplo, válvula de descarga cessando o fluxo d’água— são permitidas em qualquer parte da tubulação de água fria. Todavia, Botelho (2014) mostra que, em uma situação extrema de sobrepressão, considerando a pressão estática de 40 mca e um fechamento de válvula de descarga que produza 20 mca, teremos um limite máximo resultante da soma destes dois valores igual a 60 mca. É importante lembrar que, ainda assim, esta soma se situa abaixo do limite estabelecido pela ABNT NBR 5648/2018, que é de 75 mca para tubos PVC-U (composto não-plastificado).

Feitas essas considerações, a Tabela 6 resume os valores de pressões mínimas e máximas atribuídas pela norma regulamentadora.

Tabela 6 – Pressões mínimas e máximas na rede de água fria

CIRCUNSTÂNCIA	PRESSÃO DINÂMICA MÍN. (mca)	PRESSÃO ESTÁTICA MÁX. (mca)	PRESSÃO DE SERVIÇO MÁX. (mca)
Qualquer ponto na rede de distribuição	0,5	-	-
Qualquer ponto de utilização	1,0	40,0	60,0
Ponto de utilização com válvula de descarga	1,5	40,0	60,0
Ponto de utilização com caixa de descarga	0,5	40,0	60,0

Fonte: ABNT NBR 5626, 1998

3.2.6. Máxima velocidade e vazão

Para evitar que a tubulação sofra de ruídos de escoamento perceptíveis durante a utilização das peças hidráulicas e sobrepressões pontuais, a norma estabelece que a velocidade máxima da água que se movimenta dentro dos tubos não deve ser superior a 3 m/s, sendo desprezível seu limite mínimo. Além disso, pode-se utilizar a Equação 11 que necessita apenas do diâmetro do tubo analisado (BOTELHO, 2014).

$$V_{MÁX} = 14\sqrt{\emptyset} \leq 3 \quad \text{Eq. (11)}$$

Onde: $V_{MÁX}$ = velocidade máxima permitida no trecho, em m/s;

\emptyset = DN do tubo em determinado trecho, em metros.

Com base nisso, a Tabela 7 mostra os valores calculados de $V_{MÁX}$ e $Q_{MÁX}$ conforme mudança no DN do tubo. Esta vazão é calculada conforme a Equação 12.

$$Q = v * A \quad \text{Eq. (12)}$$

Onde: Q = vazão, em m³/s;

v = velocidade do fluido, em m/s;

A = área da seção transversal, em metros.

Tabela 7 – Velocidade e vazão máximas em função do DN do tubo

DN (mm)	$V_{MÁX}$ (m/s)	$Q_{MÁX}$ (L/s)
20	1,98	0,62
25	2,21	1,08
32	2,50	2,01
40	2,80	3,51
50	3,00	5,89
60	3,00	8,48
75	3,00	13,25
85	3,00	17,02
110	3,00	28,51

Fonte: BOTELHO, 2014

Essa restrição está ligada ao conforto do usuário no qual a IPAF deve proporcionar, já que baixas velocidades de fluido acarretam em ruídos inicialmente insignificantes produzidos ou transmitidos pela tubulação que, em situações de alta intensidade, podem danificar o conjunto hidráulico do edifício.

Entretanto, manter a fluidez da água fria em velocidades até esse limite não garante que a instalação esteja isenta do fenômeno de golpe de aríete, mas ainda assim restringe picos de pressão produzidos durante o escoamento do fluido.

- Golpe de aríete

O golpe de aríete é a variação repentina da pressão seguida de forte ruído. Esse choque físico ocorre frequentemente durante o fechamento rápido de válvula ou torneira, podendo danificar bombas de recalque sujeitas a refluxo de água, aparelhos hidrossanitários e trechos de tubulações (BOTELHO, 2014).

Conforme destaca Carvalho (2017), para reduzir os danos causados por esse fenômeno, emprega-se válvulas de descarga e registros de fechamento aptos a suportar quedas e aumentos de pressões repentinos nas tubulações. Além disso, já é realidade o uso do polietileno reticulado nas IPAF, que são tubos menos rígidos que o PVC e permitem curvas mais suaves ao longo do traçado, garantindo uma diminuição drástica nos ruídos devido o escoamento.

- Cavitação

A norma também cita o fenômeno de cavitação no qual estão submetidas as peças de utilização e, ocasionalmente, os tubos de água fria. Além destes, segundo Macintyre (1990), pode ocorrer no movimento das pás do conjunto motobomba, onde a água em seu estado líquido é sujeita a rarefações por causa de pressões reduzidas resultantes da natureza do escoamento ou mesmo do movimento das peças impactando o fluido. Dessa forma, inicia-se um processo de vaporização da água dentro do conduto forçado com a formação de bolsas, alvéolos, bolhas ou cavidades com líquido vaporizado. Quando o fluxo está em movimento, essas formas são condensadas e se chocam violentamente uma com as outras e também com a superfície que as confinam, desagregando o material e formando minúsculas cavidades, dando um aspecto esponjoso à superfície interna do tubo.

Este fenômeno se torna presente quando a água se encontra em uma velocidade média de 8 m/s. Porém, quando o edifício conta com longas CAF e estas em alturas consideráveis de

baixa pressão, a instalação está sujeita à cavitação mesmo com o fluido sendo escoado em velocidades baixas. Portanto, é imprescindível o controle da velocidade e pressão da água para evitar o início deste evento.

3.2.7. Perdas de cargas

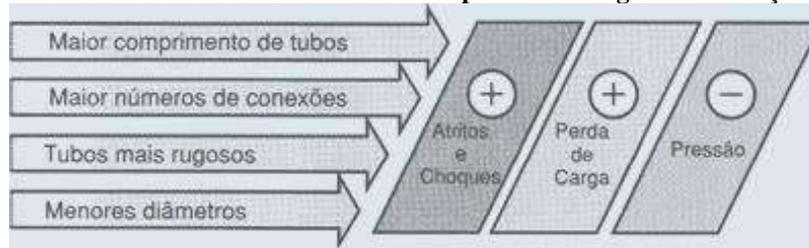
A perda de carga pode ser definida como sendo a diferença entre a energia inicial e final de um determinado líquido que escoar em uma seção de um ponto a outro, ocorrendo atrito entre as partículas da massa líquida que dissipa energia na forma de calor quase imperceptível. Sua magnitude tem uma maior dependência com a turbulência e viscosidade do fluido (CARVALHO, 2017).

Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de tubos de alimentação, bombeamento e distribuição. Conforme Netto (2018), sabe-se que os tubos que compõem estes subsistemas não são totalmente retilíneos nem de mesmo diâmetro, necessitando de desvios para contornar elementos arquitetônicos e mudança na seção para adequar pressões dinâmicas. Assim, os fatores que implicam na resistência de escoamento de um fluido são (MEDEIROS, 2017):

- a) Viscosidade e densidade do fluido;
- b) Velocidade de escoamento;
- c) Rugosidade da canalização;
- d) Grau de turbulência do fluxo;
- e) Comprimento do conduto
- f) Mudança de direção do fluxo;
- g) Seção do conduto, no caso de tubos, o próprio diâmetro interno.

Dessa forma, a perda de carga é acentuada quando os tubos são longos, há mais conexões, canalizações de alta rugosidade, diâmetros pequenos e presença de peças como válvulas, registros, entre outras. Todos esses fatores ampliam os choques e atritos entre as partículas do fluido escoado, aumentando a perda de carga e diminuindo a pressão dinâmica nos pontos de utilização (CARVALHO, 2017).

Figura 17 – Fatores relacionados ao aumento de perdas de cargas e diminuição de pressão



Fonte: TIGRE, 2013

Podem ser consideradas duas formas de perda de carga: a contínua e localizada (ou acidental).

- Perda de carga contínua

São as perdas devido o próprio escoamento do fluido nas canalizações, julgada como sendo uniforme em todos os trechos de tubulação com dimensões constantes (NETTO, 2018). Na falta do fator de rugosidade do material escolhido em um projeto hidráulico, a ABNT NBR 5626/98 mostra que é possível determinar a perda de carga contínua utilizando a Equação 13 de Fair-Whipple-Hsiao (FWH) para tubos lisos (plásticos, cobre ou liga de cobre).

$$J = 8,69 \times 10^6 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad \text{Eq. (13)}$$

Onde: J = perda de carga unitária, em kPa/m;

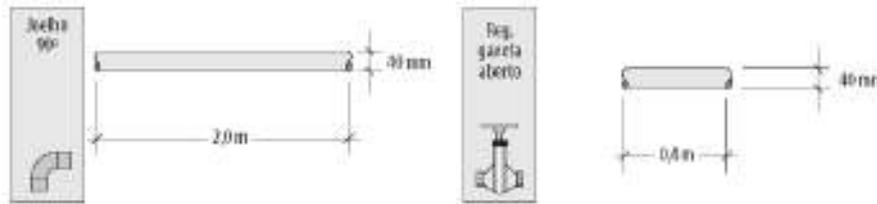
Q = vazão na seção considerada, em L/s;

D = diâmetro interno do tubo, em mm.

- Perda de carga localizada ou acidental

Esta perda de carga pontual é resultante de singularidades (conexões, registros, válvulas, etc.) presentes no sistema. Sua determinação é baseada em tabelas da ABNT NBR 5626/98 conforme tipo de material empregado nos tubos e demais peças, que transforma cada item em “comprimento equivalente de canalização” (BOTELHO, 2014).

Figura 18 – Equivalências de comprimento linear de tubo em joelho e registro de gaveta



Fonte: BOTELHO, 2014

A Tabela 8 apresenta as perdas de carga localizadas para conexões em PVC, enquanto que a Tabela 9 apresenta os valores da mesma para registros, saídas d'água e demais componentes hidráulicos.

Tabela 8 – Perdas de cargas acidentais em conexões para tubo liso

DN (mm)	TIPO DE CONEXÃO					
	Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê	Tê
					passagem direta	passagem lateral
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1
32	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6
40	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3
50	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6
65	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8

Fonte: ABNT NBR 5626, 1998

Tabela 9 – Perdas de cargas acidental em conexões

ITEM	DN (mm)									
	15	20	25	32	40	50	60	75	85	
	Ref. (pol.)									
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2	3	4	
Saída de canalização	0,8	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	
Entrada normal	0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2	
Entrada de borda	0,9	1,0	1,2	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,0	
Válvula de pé e crivo	8,1	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	26,8	28,6	
Válvula de retenção tipo leve	2,5	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	9,3	10,4	
Válvula de retenção tipo pesado	3,6	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	16,0	
Registro de gaveta aberto	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	
Registro de globo aberto	11,1	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,0	40,0	42,3	
Registro de ângulo aberto	5,9	6,1	8,4	10,5	17,0	18,5	19,0	20,0	22,1	

Fonte: TIGRE, 2013

3.3. ALTOQI HYDROS V4

O Hydros é um *software* da empresa AltoQi, apresentando-se como uma ferramenta desenvolvida por engenheiros civis para a elaboração e análise de projetos hidrossanitários, instalações de gás e de incêndio em qualquer tipologia construtiva (GERÔNIMO, 2016).

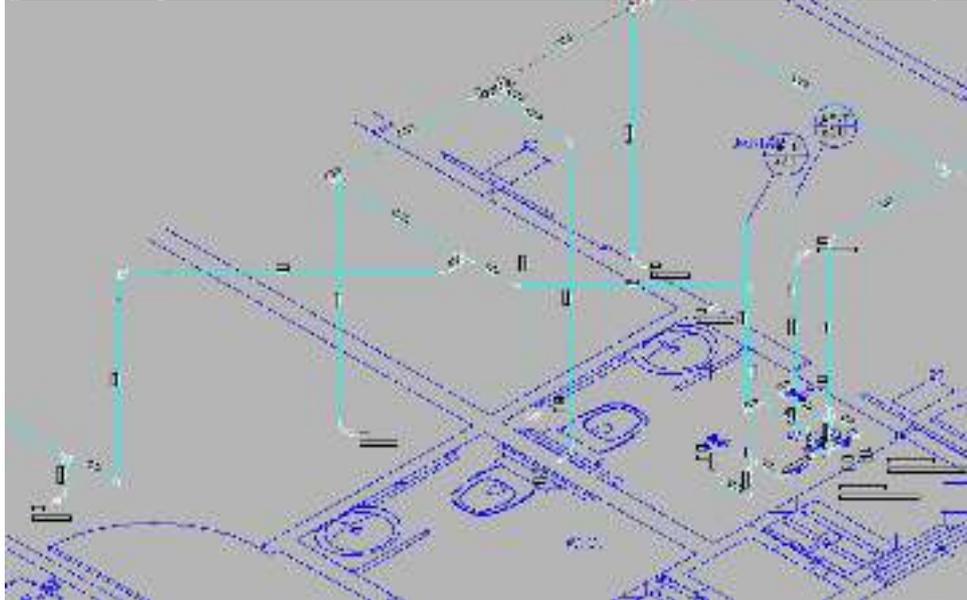
Cada um desses subsistemas é classificado como sendo um módulo, com atributos de lançamento e dimensionamento específicos com base em normas regulamentadoras providenciadas pela ABNT. Seus conteúdos são alimentados com atualizações periódicas referentes a correções e aprimoramentos apoiados sobre o *feedback* dos clientes.

É importante notar que o material de apoio cedido pela empresa AltoQi expõe que programas convencionais do tipo CAD promovem desenhos virtuais por meio de elementos simples para elaborar diversos projetos, inclusive hidráulicos. Estes elementos da entrada gráfica possuem a informação acerca do seu posicionamento em três dimensões nas coordenadas X, Y e Z. Os elementos básicos de desenho, tais como linhas, retângulos, e assim sucessivamente, são dotados apenas de duas dimensões dentro das coordenadas X e Y em um desenho com plano suposto sempre como $Z = 0$. Esta última coordenada é associada à elevação do elemento desenhado (tubos, conexões, aparelhos, etc.) no pavimento em questão, sendo visíveis apenas em janelas de desenho tridimensionais.

Neste contexto, cada tubo, conexão e demais elementos se comportam como linhas singulares ou conjunto simples. Os conjuntos de dados atribuídos a algum elemento específico não interagem com os demais, resultando em um desenho “visto de acordo”, porém sem um conjunto de dados para informações relacionadas, por exemplo, a um dimensionamento de rede de água fria.

Entretanto, o Hydros tem uma série de funções que são executadas a partir de janelas de CAD que contam com separação de níveis no desenho (para edifícios de vários pavimentos), ferramentas de captura, controle de visualização e posicionamento, dentre outros. Desse modo, várias representações gráficas distintas entre si possuem suas especializações, isto é, enquanto alguns desenhos funcionam apenas como área de desenho e impressão física, em outros é possível fazer modificações e lançamento de componentes hidrossanitários (ALTOQI, 2007). A Figura 19 mostra um esquema isométrico parcial de um pavimento, promovendo uma visão ampla da distribuição dos elementos hidráulicos do projeto.

Figura 19 – Esquema isométrico de cômodos contendo tubulações hidráulicas no Hydros



Fonte: AUTOR, 2019

Esse *software* possui uma filosofia de buscar algo além do simples ato de desenhar: os objetos gráficos representando, por exemplo, tubos e conexões hidráulicos, são portadores de informações associadas sobre seu dimensionamento e geração de lista de materiais de maneira abrangente, apresentando diâmetro de trechos das tubulações, pressões e vazão pontuais, comprimento dos tubos, entre outras. Somado a isso, o programa também permite a alteração em tempo real dessas informações de maneira rápida e eficiente.

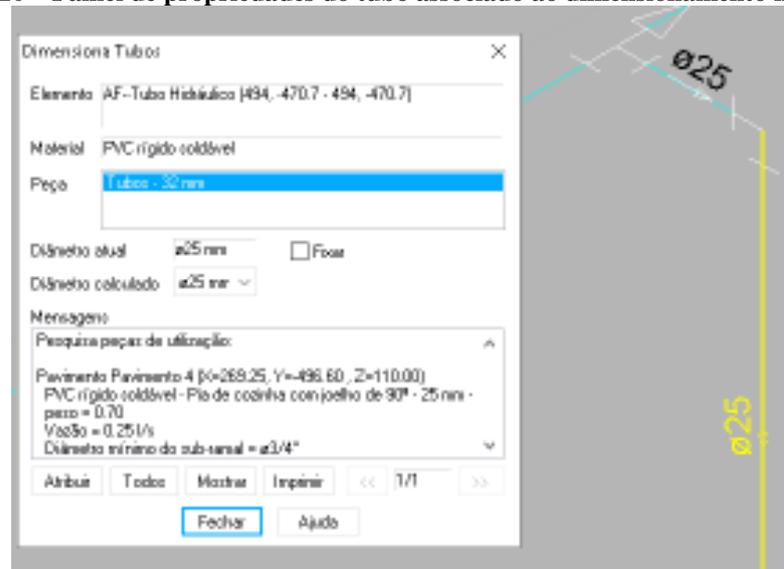
Exemplificando, ao alterar o traçado de uma tubulação e, se o novo comprimento percorrido pela água fria for suficientemente capaz de demandar um tubo de maior/menor diâmetro, o *software* indica o diâmetro recomendado para o trecho alterado, acompanhado pelas novas informações (peças necessárias, tais como luva, união, conexões, etc.) a partir de um vasto cadastro de peças que filtra os componentes conforme geometria hidráulica do local.

Dessa maneira, um tubo representado tanto em planta baixa quanto em detalhe(s) isométrico(s) pode ter suas indicações gráficas (caixas de texto indicando o diâmetro e o tipo de rede, etc.) alteradas sem prejuízo entre os futuros desenhos nas pranchas. Por outro lado, alterar o diâmetro da tubulação fará com que os desenhos sejam atualizados de acordo, conexões sejam redefinidas e a lista de materiais retificada instantaneamente. Portanto, esses processos simultâneos garantem que não ocorra divergências entre o que é desenhado e o que foi dimensionado pelo programa (MARCIELE, 2015).

Como padrão, o programa exibe setas que indicam o sentido do fluxo da água em cada trecho de tubulação. Textos com dados dos diâmetros e tipo de tubo utilizado também podem

ser exibidos conforme definições primárias de projeto, sendo possível alterações a qualquer momento durante o dimensionamento (Figura 20). Tudo isso e várias outras ferramentas têm como objetivo facilitar a concepção, o entendimento e a análise dos elementos gráficos mostrados na *interface* CAD própria.

Figura 20 – Painel de propriedades do tubo associado ao dimensionamento no Hydros



Fonte: AUTOR, 2019

Assim, o módulo de água fria no Hydros possui diversas conveniências de trabalho e análise geral, ressaltadas por Perini (2003):

- O projeto como um todo está contido em um único arquivo e pode ser administrado também em um único ambiente;
- O mesmo elemento hidráulico (tubo, conexão, aparelho, registro, etc.) pode ser apresentado em planta baixa e em vários detalhes com atualização simultânea das informações quando houver alteração de dados;
- Durante o lançamento dos componentes no projeto, o programa define conectividades e fluxos adequados para cada trecho, permitindo a verificação da vazão, pressões e velocidade em qualquer ponto da rede;
- As peças sugeridas pelo Hydros e que são atribuídas ao projeto são inseridas a partir de um cadastro-base (que pode receber novas entradas do usuário) e possuem informações sobre simbologia, dados de cálculo, dimensões em desenho, quantitativo para orçamento, etc.;

- e) Ao atribuir conexões, tubos e afins dentro do desenho, o software é capaz de rastrear e listar os componentes hidráulicos em cada desenho, pavimento ou do projeto completo;
- f) Um dos seus maiores trunfos está na verificação completa que envolve problemas de fluxo, peças indefinidas, reduções, pressão insuficiente, descontinuidades na rede, e assim por diante.

Finalmente, é importante notar que o método de cálculo a ser utilizado deve ser definido nas configurações do software antes mesmo do início do projeto hidráulico, sendo de fácil adequação já que o mesmo se apresenta de acordo com a ABNT NBR 5626/98. Contudo, é de inteira responsabilidade do usuário o funcionamento normal, o desempenho mínimo e os resultados satisfatórios dos projetos elaborados pelo Hydros, isentando de risco seus respectivos autores, comercializadores, distribuidores e demais indivíduos relacionados com a empresa AltoQi.

3.4. MEMORIAL DE CÁLCULO

Para o dimensionamento da rede de distribuição de água fria, a ABNT NBR 5626/98 salienta que é mais usual e econômico utilizar o método do consumo máximo provável. Além disso, no Anexo A da referida norma é apresentado um modelo de planilha que deve ser seguido conforme Tabela 10, alimentada com dados e operações descritos através das seguintes alíneas:

- a) trecho: indicação por meio de letras e/ou números do trecho de tubulação que será dimensionado (coluna 3), com a adição da identificação (coluna 2) e do pavimento (coluna 1) relacionados ao trecho em questão;
- b) soma dos pesos: somatório dos pesos relativos à todas as peças alimentadas pelo trecho em análise, considerando os valores apresentados na Tabela 5. O cálculo é feito pela (coluna 4);
- c) vazão estimada demandada, em L/s: calculada pela Equação 10 (ver coluna 5);
- d) valor do DN da tubulação, em mm: principal fator de adequação dos parâmetros vazão, velocidade e pressão no trecho considerado (coluna 6). Mesmo que na planilha deste trabalho seja mostrado o DN, no cálculo em si foi utilizado o diâmetro interno (ver Tabela 13);
- e) velocidade, em m/s: velocidade de escoamento da água calculada pela Equação 12 (coluna 7);

- f) perda de carga unitária, em kPa/m: é o valor da perda de carga por metro linear de tubulação, calculada pela Equação 13 (coluna 8);
- g) diferença de cota (desce + ou sobe -), em metros: distância vertical total entre a cota de entrada e a de saída do trecho de tubulação considerado, apresentando-se positiva quando a diferença for no sentido da descida e negativa quando o contrário (coluna 9);
- h) pressão disponível, em kPa: valor da pressão disponível a jusante do trecho analisado, levando em consideração a diferença de cota e a pressão disponível residual do trecho imediatamente anterior (coluna 10);
- i) comprimento real da tubulação, em metros: relacionado ao comprimento efetivo do trecho considerado (coluna 11);
- j) comprimento equivalente da tubulação, em metros: relacionado ao comprimento real mais os comprimentos equivalentes das conexões, obtidos tanto na Tabela 8 quanto na Tabela 9 (ver coluna 12);
- k) perda de carga na tubulação, em kPa: calculado através da multiplicação entre a perda de carga unitária (J) e o comprimento real (coluna 13);
- l) perda de carga nas conexões (registros e outros componentes), em kPa: valor relativo da perda de carga provocada por registros, saídas d'água, joelhos, válvulas, e outras singularidades presentes no trecho considerado. É calculado multiplicando-se J pelo comprimento equivalente da tubulação (coluna 14);
- m) perda de carga total, em kPa: soma das perdas de carga na tubulação e nas conexões (coluna 15);
- n) pressão disponível residual, em kPa: pressão residual, disponível na saída da tubulação do trecho considerado, calculada pela diferença entre a pressão disponível e a perda de carga total (coluna 16);
- o) pressão requerida no ponto de utilização, em kPa: valor mínimo de pressão dinâmica necessário para atender satisfatoriamente as peças de utilização alimentadas pelo trecho considerado (coluna 17);

É importante lembrar de algumas restrições anteriormente mostradas e definidas pela ABNT NBR 5626/98: a pressão dinâmica (coluna 17) não deve ser inferior a 5 kPa em qualquer trecho de tubulação e, quando for o caso, deve garantir um valor igual ou maior que a pressão mínima requerida pela peça de utilização no ponto de utilização. Além disso, a velocidade e

vazão máximas calculadas trecho-a-trecho de tubulação não devem ultrapassar os valores mostrados na Tabela 7 do Item 3.2.6 – Máxima velocidade e vazão.

Tabela 10 – Modelo de planilha para dimensionamento de rede de água fria

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
Fonte: adaptação da ABNT NBR 5626, 1998																

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho de caráter explicativo ocorreu de acordo com as etapas listadas a seguir.

4.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica abordando os principais conceitos, critérios e singularidades em conformidade com a norma vigente e diversas literaturas de apoio acerca do dimensionamento das IPAF.

Em seguida, fez-se uma breve revisão sobre o funcionamento do Hydros por meio de materiais disponíveis no *site* oficial da AltoQi (2007), e também através de cursos e vídeo aulas *on-line* ministrados por Oliveira (2016) e Urano (2018). Além desta revisão, que buscou acelerar o processo de execução do projeto de IPAF do presente trabalho, também se fez necessário aprimorar os conhecimentos básicos em Excel e execução de desenho arquitetônico por meio de *software* CAD (do inglês, *computer aided design*, isto é, desenho assistido por computador), desenvolvidos através da prática continuada e diversas vídeo aulas *on-line*.

4.2. CONCEPÇÃO DO PROJETO DE IPAF

Esta etapa consistiu em determinar o projeto arquitetônico adotado como base para o dimensionamento e posterior estudo comparativo. O traçado da IPAF do edifício foi feito como sendo um Subsistema de Distribuição que abrange apenas os pontos de utilização internos à edificação, excluindo, portanto, pontos de churrasqueiras, banheiros externos à edificação, torneiras de jardins, piscina, dentre outros.

Logo, o edifício foi planejado por dois modelos específicos: um destes modelos é uma instalação esquematizada com uso do *software* Excel, enquanto o segundo, uma instalação gerada a partir do *software* comercial Hydros.

4.2.1. Considerações preliminares

O imóvel multifamiliar em estudo para a aplicação do dimensionamento de IPAF através do Hydros e do Excel está localizado em Natal – RN, com planta baixa e demais projetos disponibilizados por Medeiros (2017). Com área construída de 1831,37 m², o edifício possui quatro pavimentos mais cobertura, com seis apartamentos por andar. Cada apartamento conta com sala, cozinha conjugada com área de serviço, quarto, suíte, banheiro, varanda e, alguns deles, com estúdio de televisão. A Tabela 11 simplifica estas quantidades.

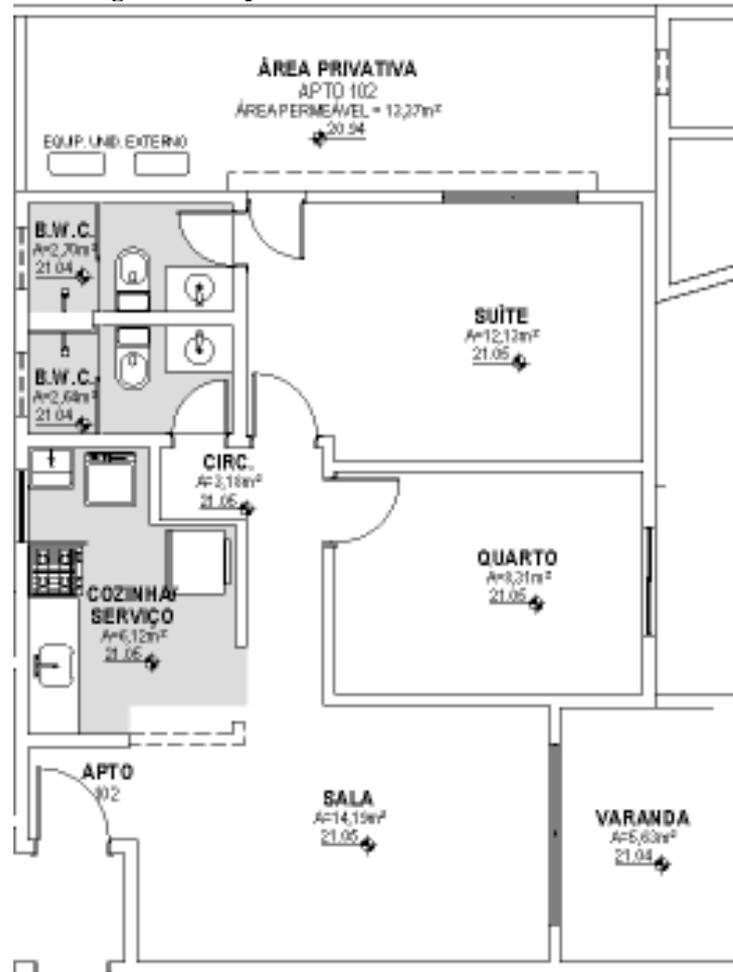
Tabela 11 – Quantidade de quartos, banheiros e cozinha/área de serviço do edifício

PAVIMENTO	QUANT. DE APTOS.	QUANT. QUARTOS	QUANT. BANHEIROS	QUANT. COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO
Primeiro (térreo)	5	2	2	1
	1	3	2	1
Segundo	5	2	2	1
	1	3	2	1
Terceiro	4	2	2	1
	2	3	2	1
Quarto	4	2	2	1
	2	3	2	1

Fonte: AUTOR, 2019

Um dos apartamentos-modelo contendo um quarto e uma suíte é mostrado na Figura 21. As plantas baixas do edifício estão contidas nos Anexos, apresentando as áreas com pontos de utilização de água fria preenchidas na cor cinza.

Figura 21 – Apartamento 102 do edifício em estudo



Fonte: AUTOR, 2019

Sabe-se que o projeto de IPAF deve conter o detalhamento completo dos subsistemas de Alimentação, Distribuição e Reservação. Contudo, o foco do presente trabalho está justamente na distribuição interna de água fria, sendo desconsiderados o dimensionamento e análise dos demais subsistemas contendo aparelhos em áreas comuns (torneiras de jardins, churrasqueiras, piscinas, etc.).

4.2.2. Traçado e considerações na rede de distribuição

A base de cálculo para o método com Excel seguiu as diretrizes expostas no item A.4.2 da ABNT NBR 5626/98, auxiliado por um *software* CAD para nortear na localização dos elementos hidráulicos essenciais para a IPAF.

Por outro lado, o método automático foi assistido pelo Hydros que dimensiona toda a rede à medida que é feito o traçado da IPAF em uma área de interação gráfica CAD própria.

Preliminarmente, o traçado dos tubos, localização e altura das peças de utilização, altura e ponto do reservatório superior e esquema dos *shafts* foram idênticos para os dois métodos, podendo ocorrer mudanças em situações específicas caso necessário, a fim de buscar soluções mais econômicas e praticáveis ou quando a tubulação não for capaz de atender todas as peças hidráulicas.

Assim, a execução do traçado da rede água fria utilizado nos dois modelos de cálculo do presente trabalho foi feita levando em consideração o menor percurso possível entre peças de utilização e registros de gaveta, visando facilidade de execução, manutenção e economia de peças em uma situação real de projeto executivo.

Cada peça de utilização foi posicionada à determinada altura fixa acima do piso acabado, conforme mostra a Tabela 12, que também apresenta a simbologia utilizada em planta baixa para cada item.

Tabela 12 – Altura dos pontos de utilização de água fria

APARELHO	SIMBOLOGIA	ALTURA A PARTIR DO PISO ACABADO (cm)
Vaso sanitário com caixa acoplada	VS	20
Chuveiro elétrico	CH	220
Lavatório	LV	60
Pia	PIA	110
Tanque de lavar roupa	TLR	115
Máquina de lavar roupa	MLR	90
Registro de gaveta (esfera)	RE	180
Registro de pressão	RP	110
Válvula de esfera	VESF	150

Fonte: CARVALHO, 2017

Entretanto, estes são valores recomendados, podendo sofrer alterações conforme viabilidade prática e disponibilidade arquitetônica do cômodo onde a peça irá se localizar.

A Tabela 13 mostra os valores do diâmetro interno (DI), extraídos a partir da diferença entre o diâmetro externo (DE) e duas vezes a espessura (e) do tubo. Além disso, também é mostrada a referência em polegadas, relacionada a cada DN para tubos de PVC rígido da linha soldável, de acordo com Junior (2006).

Tabela 13 – Valores de DN, DI e polegadas referentes aos tubos PVC do tipo soldável

Ref.	DN	DE	e	DI
(pol.)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1/2	15	20	1,5	17,0
3/4	20	25	1,8	21,4
1	25	32	2,1	27,8
1.1/4	32	40	2,4	35,2
1.1/2	40	50	3,0	44,0
2	50	60	3,5	53,0
2.1/2	60	75	4,2	66,6
3	75	85	4,7	75,6
4	85	110	6,1	97,8

Fonte: JUNIOR, 2006

Para o dimensionamento das tubulações a partir do cálculo da pressão disponível, utilizou-se o DI que corresponde à área útil por onde escoar a água fria. Embora que o DN seja um valor relativamente próximo ao DI, cálculos realizados com o DN ou mesmo com o DE devem ser evitados, uma vez que resultam em valores equivocados e sem representatividade, conforme destaca a ABNT NBR 5648/2018.

Quanto ao DN dos sub-ramais que abastecem as peças de utilização, esses foram fixados de acordo com Melo (1988) e recomendações dos fabricantes, indicados na Tabela 14. A pressão dinâmica mínima requerida para o funcionamento de cada aparelho também é mostrada logo adiante, sendo uma informação importante para verificação do dimensionamento da rede de distribuição interna (MEDEIROS, 2017).

Tabela 14 – Diâmetro e pressão mínima de peças de utilização

APARELHO SANITÁRIO	PRESSÃO		
	DN	Ref.	MÍN. REQUERIDA
	(mm)	(pol.)	(mca)
CH	20	3/4	1,0
VS	20	3/4	0,5
LV	20	3/4	1,0
PIA	20	3/4	1,0
TLR	25	1	1,0
MLR	25	1	1,0

Fonte: Adaptado de BOTELHO, 2014

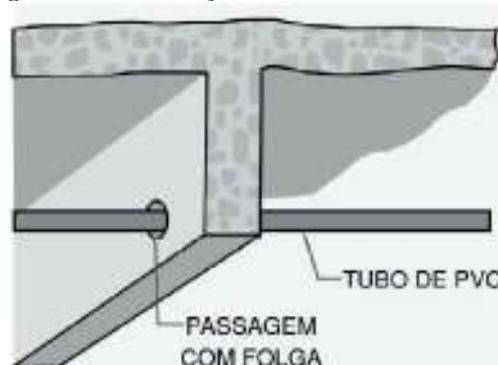
O traçado das tubulações no *software* CAD foi feito de maneira convencional, isto é, os tubos partem das peças de utilização ao encontro do registro de fechamento do cômodo e deste registro para o RS, através da CAF. Os tubos que percorrem dentro das paredes foram dispostos a uma distância horizontal de 5 cm da superfície das alvenarias acabadas, enquanto que os tubos locados entre o forro e a laje do pavimento superior foram posicionados a 265 cm do piso acabado (em relação ao eixo do tubo).

Já quando os tubos do pavimento em análise atravessam a laje de piso, a tubulação foi conduzida a 23 cm abaixo do piso acabado, sendo esta a situação menos desejável em uma circunstância de escolha.

Desta forma, mesmo sem posse do projeto estrutural do edifício, foi primordial evitar encontros com pilares armados com base na locação do projeto arquitetônico. Entretanto, em alguns cômodos, foi inevitável a passagem de tubos através das vigas, tubos esses presentes entre o forro e a laje do pavimento superior.

Nesses casos, a tubulação deve passar pela estrutura (vigas, alvenaria de vedação, etc.) e acomodar-se com folga ao longo da travessia, conforme mostra a Figura 22 (TIGRE, 2016). Portanto, faz-se importante frisar a necessidade de estudo da compatibilidade entre esses elementos para o perfeito funcionamento tanto hidráulico quanto estrutural.

Figura 22 – Tubulação atravessando estrutura



Fonte: TIGRE, 2017

Os pontos de utilização de vasos sanitários de caixa acoplada foram dispostos sempre à esquerda da peça, devido grande parte dos modelos de louças apresentarem, geralmente, conexão de água fria ao lado esquerdo ou central.

O barrilete foi composto em duas terminações, uma para cada compartimento de caixa d'água presente no último lance do edifício, contendo em cada tubulação válvulas de fechamento que antecedem a junção dos tubos em um só fluxo para a CAF. Conforme

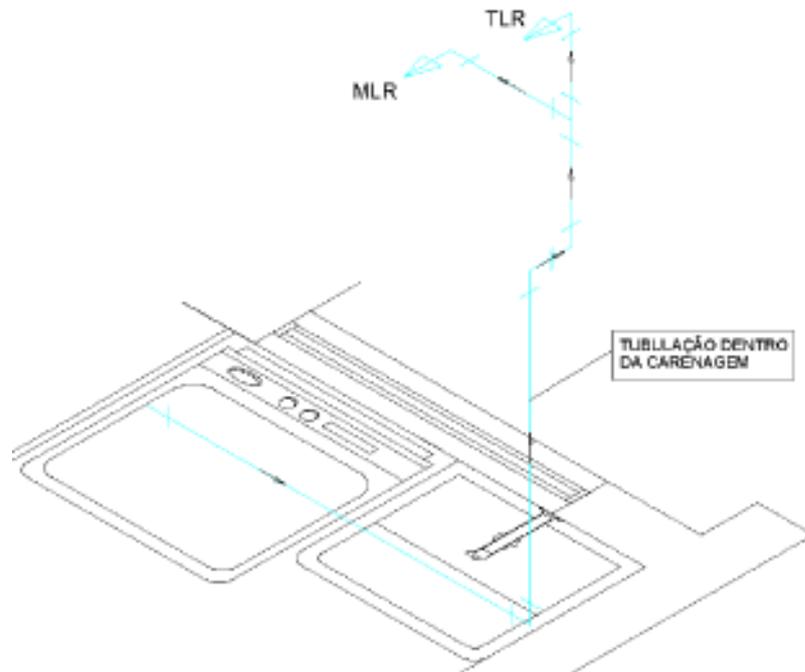
recomendações de Medeiros (2017), fixou-se lâmina d'água de 90 cm acima da saída d'água no RS, válida para os dois métodos de dimensionamento.

A CAF foi posicionada na área técnica do edifício, próxima à alvenaria dos aptos. 102, 202, 302 e 402. Dessa forma, há um espaço exclusivo que comporta os registros de gaveta de cada apartamento do pavimento para proporcionar operação de manobra quando conveniente.

Os ramais que partem da área técnica e alimentam cada apartamento do pavimento tiveram, inicialmente, DN = 25 mm, respeitando o valor mínimo para a alimentação do TLR e da MLR conforme Tabela 14.

Em relação à área de serviço, verificou-se que em alguns apartamentos (por exemplo, aptos. 104, 103, entre outros) o TLR e a MLR se localizavam ente dois pilares e, além disso, rente a uma parede estreita contendo uma esquadria baixa. Deste modo, optou-se por elevar a tubulação por meio do piso (partindo de 23 cm abaixo da laje de piso até 60 cm acima da mesma, totalizando 83 cm de tubulação) e não embutida na parede como de costume, tornando-se uma tubulação aparente (Figura 23). Casos como esse podem ser contornados com a utilização de carenagem hidráulica para dar acabamento e “camuflar” tubos visíveis no repartimento.

Figura 23 – Tubulação aparente no apto. 103



Fonte: AUTOR, 2019

4.3. DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO: HYDROS

Como dados de entrada, o *software* pede ao usuário a quantidade de pavimentos e o pé direito de cada um destes presentes no projeto arquitetônico. Exemplificando, o pé direito do térreo do presente edifício-modelo possui 288 cm, medidos do piso acabado do próprio pavimento até o piso acabado da laje superior. Esta divisão de pavimentos está relacionada com a organização espacial do programa para seccionar a rede de distribuição em camadas sobrepostas e permitir facilidade de execução do projeto hidráulico. Contudo, há uma interdependência de elementos (CAF, tubulação de recalque, etc.) associados aos vários pavimentos que deve ser levada em consideração durante o manejo do *software*.

Os pavimentos 1, 2, 3 e 4 que dispõem de apartamentos têm pé direito igual a 288 cm, enquanto que a cobertura apresenta apenas 250 cm, medidos do piso acabado da mesma até a base da área destinada ao barrilete. O lance mais alto do edifício definido como “Barrilete e RS” compreende o barrilete e o próprio RS, sendo o primeiro com pé direito de 176 cm conforme projeto arquitetônico e o segundo com pé direito arbitrado igual a 240 cm, já que o mesmo não irá interferir no posterior dimensionamento. Resumidamente, o lance contendo o barrilete e o RS foi amarrado com 416 cm de altura total.

Dessa forma, a janela de configuração inicial do Hydros foi preenchida conforme mostra a Figura 24.

Figura 24 – Painel com dados dos pavimentos

Favimentos

	Pavimento	Altura (cm)	Nível (cm)	Lance	
1	RS	416,00	1402,00	6	
2	Cobertura	250,00	1152,00	5	
3	Favimento 4	288,00	864,00	4	
4	Favimento 3	288,00	576,00	3	
5	Favimento 2	288,00	288,00	2	
6	Térreo (Pav. 1)	288,00	0,00	1	
7					

Título: Projeto TCC

Nível: 0 cm

Buttons: Inserir acima, Inserir abaixo, Excluir, Para cima, Para baixo, Fechar, Ajuda

Fonte: AUTOR, 2019

4.3.1. Execução do projeto

O próximo passo se trata de adicionar as plantas baixas de cada pavimento na *interface* CAD. É importante que esses arquivos estejam graficamente limpos, contendo apenas

elementos realmente úteis para a realização do traçado das tubulações de água fria. Retira-se textos indicativos, cotas, projeções, e assim por diante, restando basicamente somente os elementos arquitetônicos principais, localização de aparelhos hidráulicos e linhas de referência. Feito isso, o Hydros é capaz de ler o desenho tanto em formato de arquivo *Drawing* (dwg) quanto em *Drawing Exchange Format* (dxf).

Em seguida, é essencial realizar duas etapas simples, mas que são cruciais para a interpretação do programa: a alteração de escala do desenho e o posicionamento da origem.

A alteração da escala é feita utilizando qualquer distância de referência para converter o desenho do Hydros. Pode-se, por exemplo, atribuir a largura de uma alvenaria que possui 15 cm no projeto arquitetônico com essa ferramenta, regulando assim a escala do desenho como um todo.

Quanto ao posicionamento da origem, este é associado a um único ponto que será tido como referência nas coordenadas $X = 0$, $Y = 0$ e $Z = 0$, naquele lance de desenho que lhe for atribuído. Nesse trabalho, utilizou-se o vértice de uma parede localizada na área técnica como origem. Assim sendo, trata-se de um fator muito importante para a correta sobreposição dos pavimentos do edifício dentro da *interface* CAD.

4.3.2. Traçado das tubulações

O traçado no CAD exclusivo do Hydros foi realizado com as mesmas dimensões de linhas e localização dos pontos de utilização baseados no traçado da rede anteriormente produzido em *software* CAD.

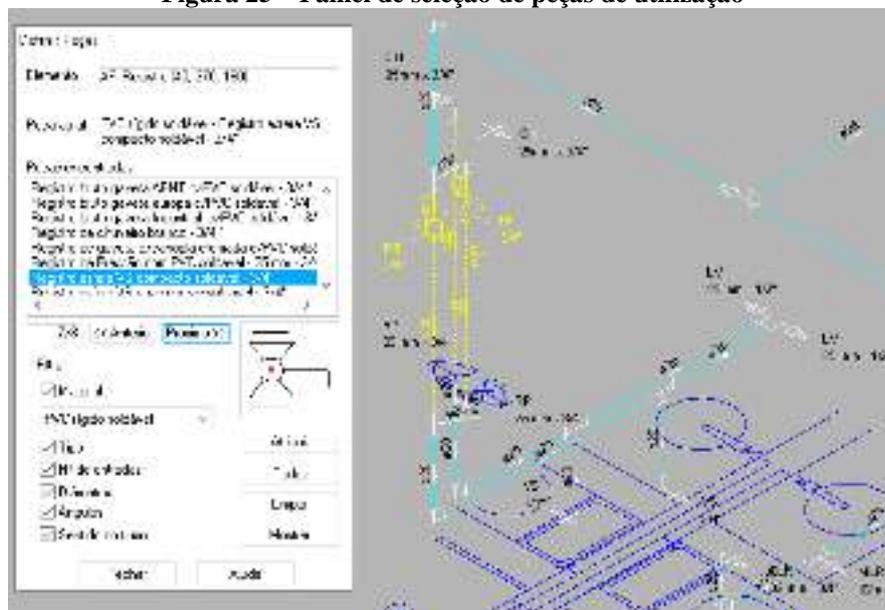
Essa *interface* CAD do Hydros visa reduzir o projeto hidráulico à uma estrutura unifilar, onde as linhas representam os tubos e os encontros de linhas (nós) as conexões. Estas últimas não são, necessariamente, a peça que será comprada em uma loja (neste caso, seria chamado de item), mas sim um ponto geométrico tridimensional que pode conter, por exemplo, desde um joelho até um conjunto de peças para reservatório (ALTOQI, 2007).

Portanto, o Hydros possibilita a execução do traçado com ferramentas auxiliares de cópia, espelhamento, rotação, inclusive mover tubulações e pontos de utilização. Dito isso, o traçado dos ramais e sub-ramais com tubos de PVC foi iniciado pelo pavimento mais próximo do RS, isto é, toda a rede de distribuição no pavimento 4. O motivo desta escolha foi por causa deste pavimento possuir menor nível geométrico e as peças estarem mais suscetíveis a baixas pressões, apresentando, geralmente, diâmetros ligeiramente maiores se comparados aos

pavimentos inferiores para compensar a falta de pressão e garantir o funcionamento adequado dos pontos de utilização.

Assim, nesta fase de mapeamento, atentou-se a obedecer ao comprimento das tubulações, fluxo correto do escoamento e à definição das peças de utilização, inclusive seus respectivos diâmetros nos pontos de utilização. Após definir a peça de utilização através do catálogo (Figura 25), o programa pede a orientação espacial da mesma, indicada por uma simbologia de seta.

Figura 25 – Painel de seleção de peças de utilização

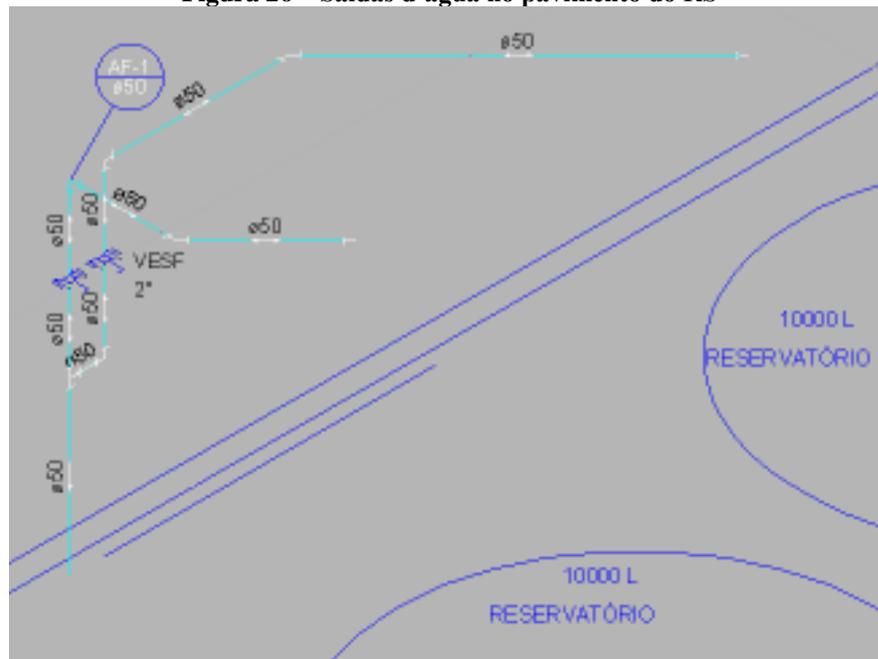


Fonte: AUTOR, 2019

Quanto às conexões curvadas, o programa apresenta as opções de curva soldável ou joelho soldável, ambas de PVC e com diâmetro conforme tubos de ligação vizinhos. De início, optou-se por utilizar joelhos em todas as conexões.

Ao concluir o traçado do pavimento 4, incluindo a disposição dos registros de fechamento na área técnica, o próximo passo foi determinar as tomadas d'água no lance do RS. Esse elemento dita a regra de pressão disponível de todos os pontos de utilização a sua jusante e, conseqüentemente, os demais fatores associados. Logo, as saídas d'água para cada reservatório foram fixadas 200 cm acima do piso acabado do barrilete, ilustradas pela Figura 26.

Figura 26 – Saídas d'água no pavimento do RS



Fonte: AUTOR, 2019

Vale lembrar que os tubos com configuração de barrilete são aqueles sujeitos ao fluxo de água fria nos dois sentidos. Desta forma, o programa dimensiona o tubo baseado na maior contribuição nas duas vias de fluxo, analisando sempre a situação mais crítica no cálculo das pressões.

Ao finalizar o traçado do pavimento 4, o croqui contendo todos os elementos hidráulicos foi copiado para os demais pavimentos para assim iniciar o dimensionamento.

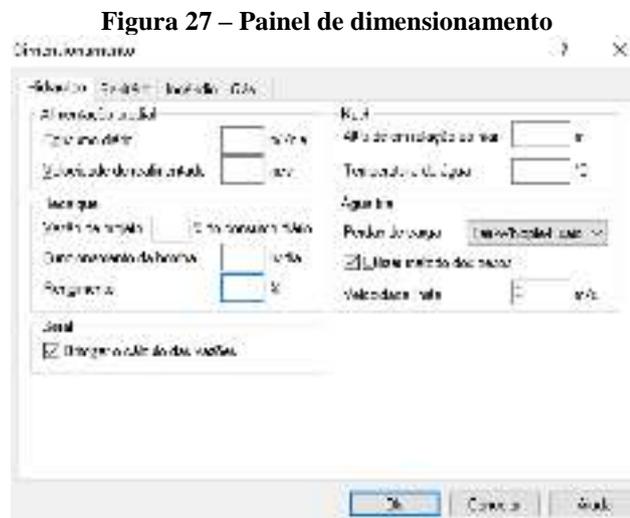
4.3.3. Observações

Recapitulando, a ordem de execução do traçado no Hydros consistiu nas etapas de: desenho da tubulação, definição dos pontos de utilização e registros de fechamento, checagem do fluxo da rede, definição de conexões, verificação de pressões e verificação dos diâmetros mínimos. É importante notar que esta última operação e a definição das conexões da rede são procedimentos interdependentes, isto é, caso o diâmetro de algum trecho de tubulação necessite de alteração no diâmetro, as conexões conectadas àquele tubo devem ser redefinidas de acordo.

Portanto, para realizar essas verificações, houve a necessidade de revisão dos critérios adotados pelo programa para o dimensionamento de água fria no edifício-modelo. Como dito anteriormente, utilizou-se o método do consumo máximo provável, perda de carga calculada

por FWH para tubos de plástico e a velocidade limite delimitada em 3 m/s conforme ABNT NBR 5626/98.

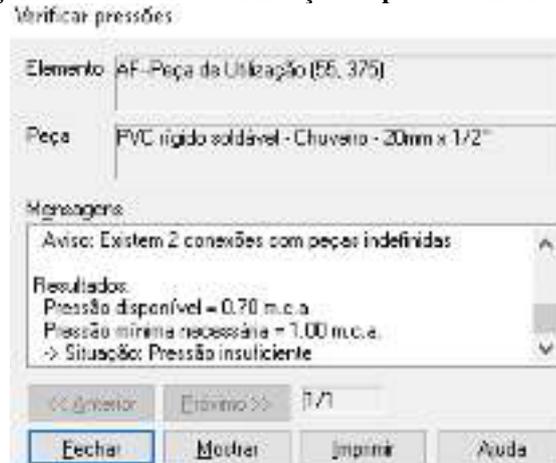
Não obstante, o programa também oferece um cálculo otimizado das vazões baseado em um algoritmo incremental global que calcula, de forma otimizada, a vazão em cada trecho da tubulação. Sua ativação é essencial em redes com várias ramificações, onde um trecho se ramifica em outros, cada um destes em mais alguns e assim sucessivamente. No presente trabalho esta função esteve sempre ativa, porém em redes com mistura de água fria com água quente esta ferramenta deve ser desligada. A Figura 27 mostra o painel com os atributos para dimensionamento da rede de água fria.



Fonte: AUTOR, 2019

Realizando a verificação automática de pressões, o Hydros detecta os pontos do pavimento com pressão dinâmica acima do valor fixado na sua própria configuração adaptável (400 kPa).

A Figura 28 mostra um exemplo onde ocorreu pressão abaixo do necessário em uma peça de utilização. Todavia, mesmo indicando claramente a localização do problema, o cálculo da pressão pontual e possíveis peças não definidas, o *software* não mostra uma alternativa para solucionar a adversidade. Portanto, coube ao usuário buscar meios de adequar a falta de pressão por meio de aumento de diâmetros a montante.

Figura 28 – Painel de verificação de pressão em chuveiro

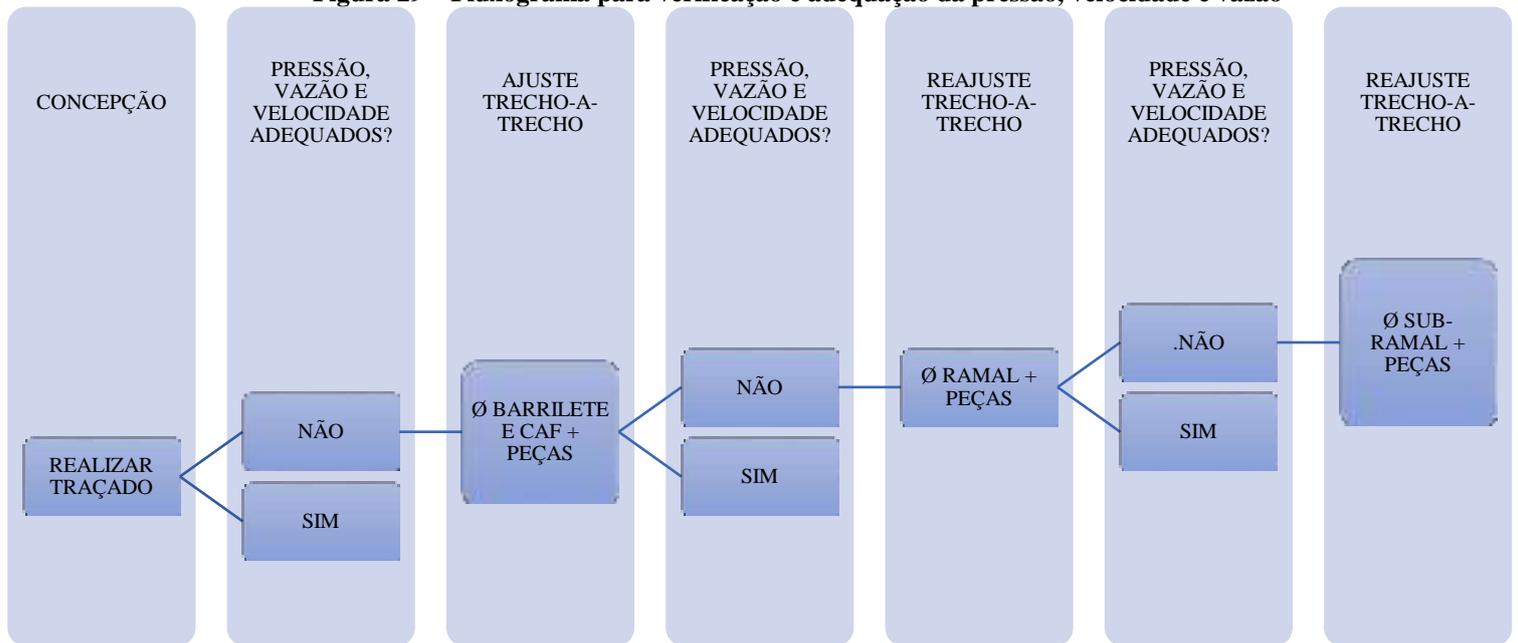
Fonte: AUTOR, 2019

O presente trabalho priorizou por não alterar a altura da tomada d'água nem o traçado da rede de distribuição em casos de pressão insuficiente em qualquer ponto de utilização. Portanto, buscou-se no Hydros aumentar os diâmetros do barrilete e CAF no primeiro lance até um limite de 50 mm (trechos de tubos entre o RS e o pavimento 4) para então verificar as pressões no pavimento em questão.

Optou-se também por realizar, caso necessário, mudanças no diâmetro do ramal que abastece tal ponto com ocorrência de pressão insuficiente, iniciando a alteração a partir da intersecção entre a CAF e o registro de fechamento do apartamento (localizada na área técnica), indo de encontro com o sub-ramal. Este processo de aumento de diâmetro foi feito por trecho-a-trecho da tubulação, cessando no momento em que fosse atingida pressão suficiente em todos os aparelhos hidráulicos do apartamento.

Logo, o fluxograma apresentado na Figura 29 resume o passo a passo adotado para solucionar ocorrências de pressão insuficiente nos pontos de utilização. A cada etapa de mudança de diâmetro realizada, as peças com ligação direta aos tubos alterados também foram redefinidas para só então verificar novamente a pressão disponível com os novos diâmetros adotados.

Figura 29 – Fluxograma para verificação e adequação da pressão, velocidade e vazão



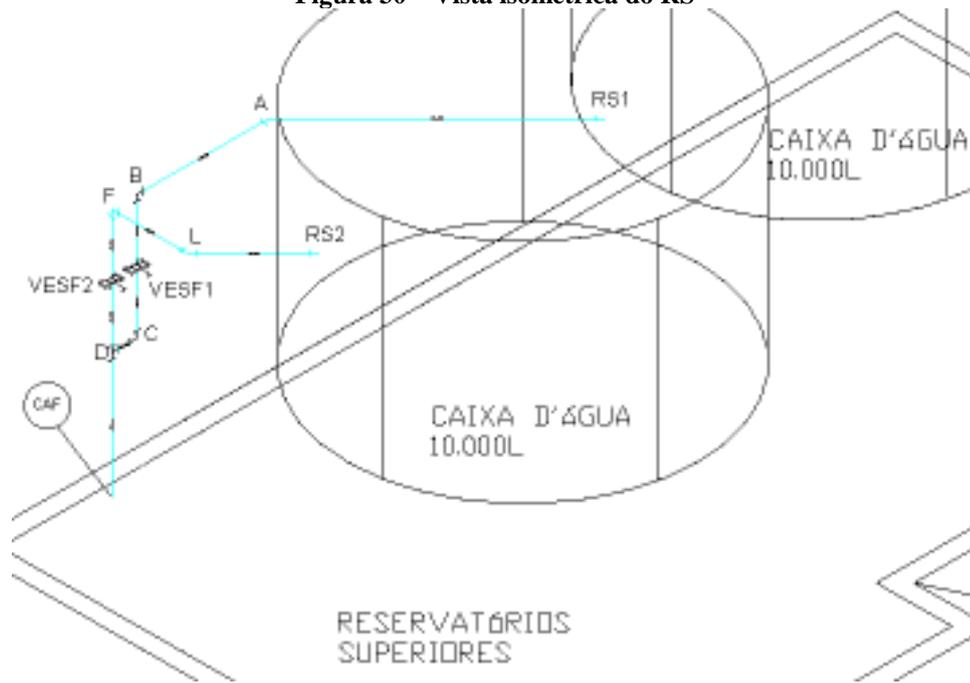
Fonte: AUTOR, 2019

4.4. DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO: EXCEL

Utilizando os mesmos axiomas abordados no Hydros, para o dimensionamento através das planilhas do Excel foi imprescindível o auxílio do desenho tridimensional em *software* CAD contendo o traçado dos tubos, pontos de utilização e a identificação dos nós que designavam as extremidades dos trechos a serem dimensionados.

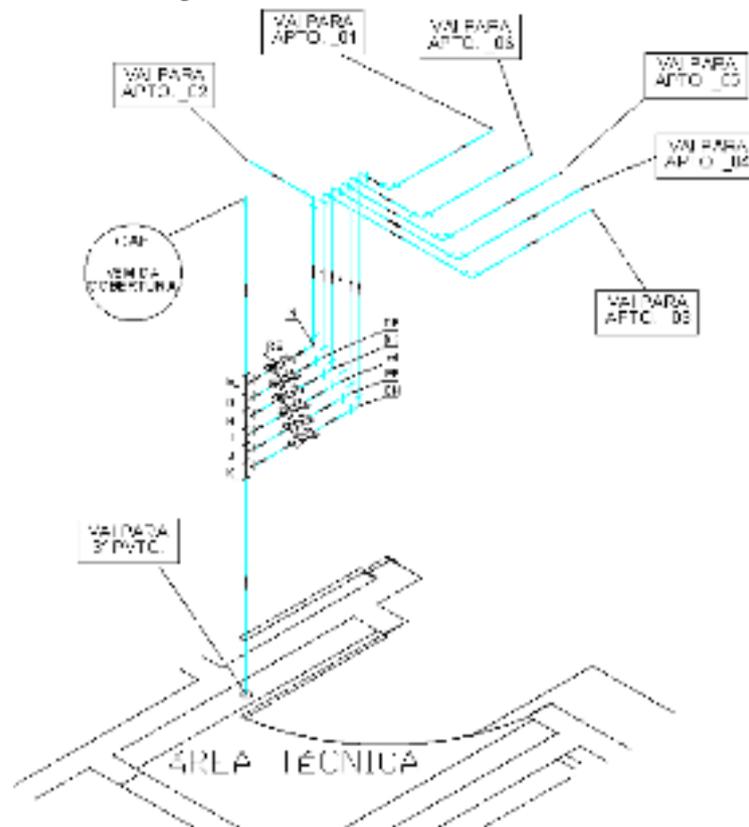
A planilha foi construída pelo autor com base nas disposições apresentadas no Item 3.5 – Memorial de Cálculo do presente trabalho. Realizou-se a concepção dos esquemas isométricos do RS (Figura 30), área técnica contendo os registros de gaveta para os apartamentos do respectivo pavimento (Figura 31), além das vistas isométricas dos seis apartamentos que se repetem ao longo dos quatro pavimentos (ver Apêndices A ao F). Isto é, como houve amarração do traçado da tubulação, todos os desenhos feitos para o pavimento 4 foram aproveitados para os demais pavimentos do edifício.

Figura 30 – Vista isométrica do RS



Fonte: AUTOR, 2019

Figura 31 – Vista isométrica da área técnica



Fonte: AUTOR, 2019

4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a conclusão dos processos de traçado da rede de água fria e definição dos diâmetros dos tubos, fez-se a análise comparativa relacionando os seguintes itens: resultados obtidos dos dimensionamentos, tempo total gasto de cada método de cálculo (medido por meio de cronometragem) e avaliação dos projetos no que diz respeito à economia global dos subsistemas idealizados.

No Excel, os resultados dos diâmetros foram coletados a partir da planilha apresentada no Apêndice G, enquanto que no Hydros estes valores foram exibidos diretamente na interface CAD.

Finalmente, a composição final do trabalho teve relevância em observações e análises sobre os resultados obtidos, feitas à medida que se progrediu com o projeto, visando abordar as principais diferenças constatadas entre os dois modelos de dimensionamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do objetivo geral do presente trabalho, que foi o dimensionamento da IPAF através dos métodos Hydros e Excel com posterior comparativo entre os resultados obtidos, são apresentados os dados e discussões a seguir.

5.1. DIMENSIONAMENTO DO RS

Quanto às informações básicas do edifício-modelo, temos os itens listados logo adiante.

- Tipo de edificação: apartamentos residenciais;
- Tipo de fornecimento de água fria: rede pública, através de concessionária local;
- Tipo de sistema de distribuição: indireto com bombeamento;

A população total do prédio, considerando um zelador, foi calculada utilizando a Equação 1, resultando em 109 pessoas. Logo, o consumo diário foi calculado em função de dois dias de autonomia dos reservatórios (MEDEIROS, 2017):

$$Cd = P * q = 109 * 200 = 21800 * 2\text{dias} = 43600 \text{ L} = 43,6 \text{ m}^3$$

Dessa forma, considerando a reserva de incêndio igual a 15% do Cd (BOTELHO, 2014), calculou-se o volume tanto para o RS (V_{RS}) quanto para o RI (V_{RI}):

$$V_{RS} = \frac{2}{5} (1,15Cd) \cong 20 \text{ m}^3 \quad (14)$$

$$V_{RI} = \frac{3}{5} (1,15Cd) \cong 30 \text{ m}^3 \quad (15)$$

Dividindo cada um dos reservatórios em duas câmaras idênticas, obteve-se duas câmaras de 10 m³ para o RS e outras duas de 15 m³ para o RI. No presente trabalho, estes valores são apenas simbólicos e que serviram de referência para estimar as dimensões e a localização das caixas d'água cilíndricas.

5.2. DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

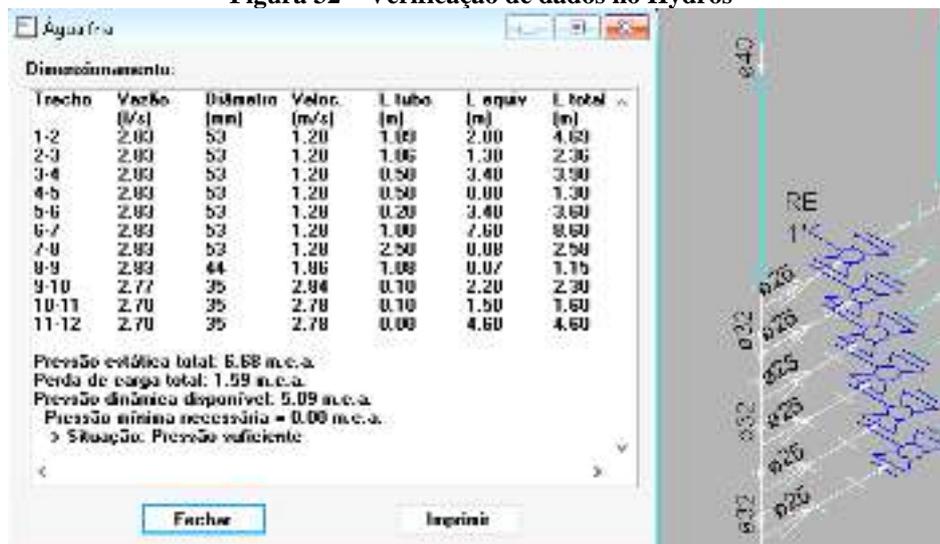
O cálculo inicial da pressão disponível no barrilete foi feito a partir do traçado mais desfavorável de tubulação a montante. Após o dimensionamento preliminar, constatou-se o traçado originário do reservatório 1 (Figura 30) como sendo o caso mais adverso, tanto no Hydros quanto no Excel.

Além disso, vale ressaltar que houve ajuste no DN dos tubos entre RS e CAF até um limite de 50 mm, antes mesmo de tentar outra forma de solucionar trechos presenciando falta de pressão, velocidade de escoamento acima do permitido ou vazão excessiva. Esses trechos hidráulicos se apresentaram como sendo as principais ferramentas para adequação da pressão dinâmica nos pontos de utilização quando se optou por preservar o traçado da rede de distribuição nos pavimentos em ambos os métodos de dimensionamento.

No método automático, o *software* mostrou que a adoção de DN = 32 mm entre o RS e a CAF seria suficiente para abastecer satisfatoriamente o edifício completamente. Entretanto, em uma verificação posterior, constatou-se diversos trechos apresentando velocidades acima dos limites permitidos para cada DN, conforme visto na Tabela 7. Além disso, alguns tubos foram identificados com pressão dinâmica inferior a 5 kPa e, somados a isso, vários pontos de utilização apresentaram pressão insuficiente.

A Figura 32 mostra um caso onde tubulações com DN = 32 mm (DI = 35,2 mm) apresentaram velocidades acima de 2,78 m/s, ultrapassando o limite de 2,50 m/s.

Figura 32 – Verificação de dados no Hydros



Fonte: AUTOR, 2019

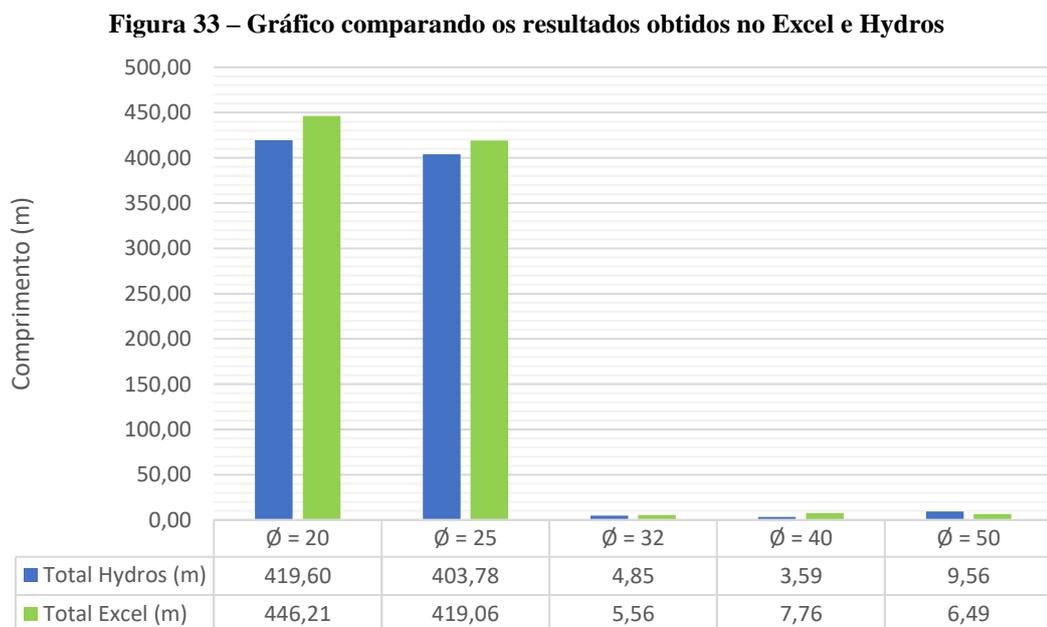
Não existiram casos nos dois métodos de dimensionamento onde foi preciso mudança no diâmetro mínimo dos sub-ramais para solucionar problemas de pressão insuficiente em pontos de utilização.

Quanto às conexões curvadas, como dito anteriormente, estas foram definidas como sendo o item joelho soldável por este ser economicamente mais barato do que a curva soldável. Embora passível de mudança para curva soldável com intuito de minimizar perdas de carga e alcançar pressão dinâmica adequada nos pontos de utilização, não houveram casos onde foi necessária tal alteração das conexões.

Assim, as análises dos resultados foram baseadas nas tabelas contidas no Apêndice H, que mostra o comparativo entre os diâmetros calculados tanto no Hydros quanto no Excel.

Para a obtenção dos resultados no Excel, foram necessárias vinte horas de trabalho não consecutivas, enquanto que o método de dimensionamento através do Hydros levou apenas nove horas para ser realizado, também não consecutivas. Logo, em relação ao Excel, o Hydros apresentou uma redução de 45% no tempo total gasto. Vale destacar que esses valores obtidos possuem vários fatores associados – por exemplo, a experiência do usuário – que podem influenciar no tempo de execução do dimensionamento.

A Figura 33 mostra um gráfico de colunas agrupadas comparando o DN e os respectivos comprimentos de tubulação em cada método de dimensionamento.



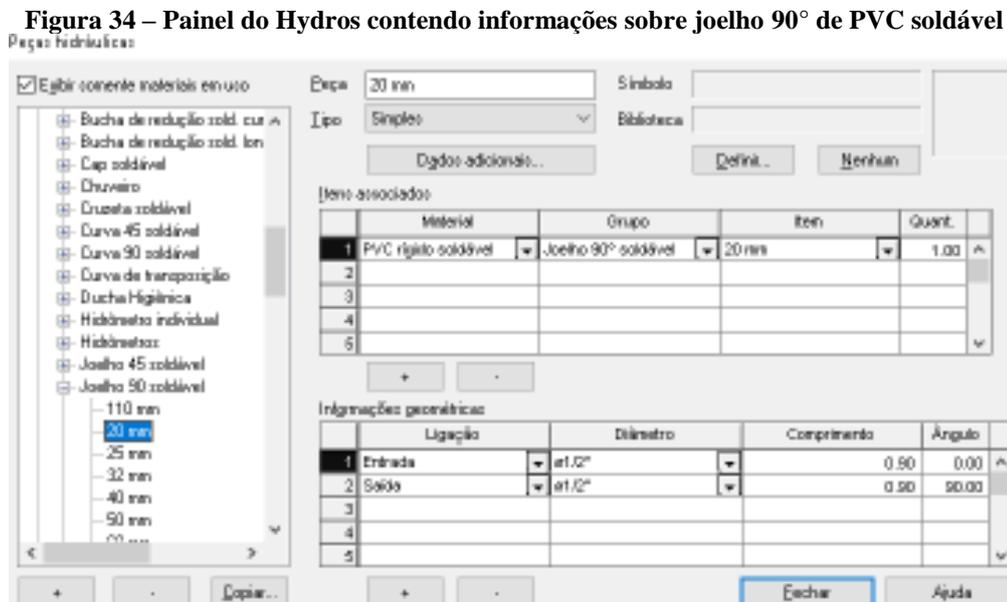
Fonte: AUTOR, 2019

A partir do gráfico, observou-se que os comprimentos totais para cada DN resultantes dos dois métodos se apresentaram bastante aproximados. Os comprimentos de tubulação dimensionados pelo Excel foram calculados através da própria planilha elaborada pelo autor. Já os comprimentos totais de tubos exibidos pelo Hydros foram obtidos na lista de materiais produzida a partir de uma ferramenta chamada “memória de cálculo” presente no *software*.

O Excel apresentou um total aproximado de 885,09 m de tubos, considerando todos os diâmetros, enquanto que o Hydros resultou em 841,38 m de tubos. A diferença entre esses valores variou em cerca de 5%, mesmo levando em conta que o traçado dos dois métodos de dimensionamento foi feito de maneira idêntica.

A economia de tubos de diferentes diâmetros no Hydros ocorreu devido o desconto das dimensões espaciais de cada uma das conexões associadas às extremidades dos tubos. O *software* possui um cadastro de peças que leva em consideração (além da vazão, velocidade mínima, pesos relativos, etc.) as dimensões reais do item, conforme o diâmetro adotado. Logo, a cada conexão existente no projeto feito no Hydros, uma pequena porção de tubo é economizada para fins de otimização.

A Figura 34 mostra as informações geométricas, no cadastro de peças do Hydros, de um joelho 90° com 1/2".



Fonte: AUTOR, 2019

Vale lembrar que esse desconto nos comprimentos das tubulações também seria possível no dimensionamento do Excel. Porém, o mesmo não foi realizado por ser um processo laborioso e suscetível a erros durante, principalmente, a mudança nos diâmetros dos tubos.

6. CONCLUSÃO

Como dito no início do presente trabalho, o estudo limitado apenas à uma parcela da IPAF de um prédio (um subsistema previamente definido) teve como intuito o comparativo entre os modelos de dimensionamento sem considerar uma escala real de projeto, isto é, não foram abordados alguns elementos hidráulicos que venham a existir em um edifício típico, tais como: torneiras de jardim, abastecimento da guarita, banheiros externos, piscinas, rede de alimentação predial e de água quente, instalação de combate a incêndio, entre outros. Assim, um comparativo que aborde todos esses sistemas pode ser um tema viável de futuros trabalhos, podendo haver a adoção de ferramentas computacionais de outros provedores.

Assim, resumidamente, concluiu-se que:

- a) Mesmo com resultados de diâmetros bastante parecidos, o método Hydros mostrou-se mais econômico devido à redução de 5% no comprimento total de tubos em relação ao método Excel. Além disso, o Hydros apresentou o menor valor de comprimento de tubulação em quatro dos cinco diâmetros comparados;
- b) O tempo total para a realização do dimensionamento com o Hydros foi de nove horas, sendo relativamente menor do que o Excel, onde foram necessárias vinte horas de trabalho, ambos não consecutivos.

Dessa forma, as principais vantagens do dimensionamento da IPAF através do Hydros foram:

- a) Facilidade em realizar, simultaneamente, traçado e dimensionamento das tubulações por meio de ferramentas de desenho CAD próprias, tanto em planta baixa quanto em vista isométrica;
- b) Determinação dos itens necessários nas conexões de maneira rápida e simples, feita logo após a definição do diâmetro nas tubulações;
- c) Cálculo das pressões residuais disponíveis quase que instantaneamente no projeto como um todo, além de localizar os pontos de utilização onde a mesma se apresentava insuficiente, baseando-se nas instruções normativas vigentes;
- d) Recomendação de aumento de diâmetro em locais com vazão ou velocidade excessivas, além de verificar e localizar trechos com reduções de diâmetros, conexões com peças indefinidas, fluxos incorretos e proximidade de peças;
- e) Economia no comprimento das tubulações a partir do desconto das conexões feita de maneira automática.

Evidentemente, a maior desvantagem apresentada pelo método automático foi:

- a) Mesmo exibindo todos os locais com pressão insuficiente, o programa não mostrou a solução para resolver o problema, isto é, coube ao usuário realizar vários ajustes de diâmetro até que o ponto de utilização apresentasse pressão suficiente.

Por outro lado, o método de dimensionamento realizado através do Excel, em comparação ao Hydros, teve como desvantagens:

- a) Área de trabalho pouco agradável para a realização do dimensionamento da rede de distribuição;
- b) Necessidade do uso de *software* CAD independente para a realização do traçado das tubulações;
- c) Demandou maior tempo no dimensionamento da IPAF do edifício-modelo;
- d) Em casos de pressão insuficiente, era preciso localizar e alterar na planilha os diâmetros dos trechos a montante do ponto de utilização, o que poderia ocasionar em reduções de diâmetros, sendo necessária, muitas vezes, uma exaustiva revisão global trecho-a-trecho.

Logo, a assimilação de vários conjuntos de dados em elementos gráficos sem prejuízo do resultado final realizada pelo Hydros proporcionou ao processo de dimensionamento da IPAF maior rapidez, facilidade e simplificação em vários sentidos, contrastando-se às planilhas do Excel.

O investimento em um *software* específico para o dimensionamento da rede de água fria normalmente compensa devido o menor tempo gasto na realização dos projetos hidráulicos, além de oferecer a verificação das condições hidráulicas (vazão, velocidade, etc.) em qualquer ponto na rede, elaboração de lista de materiais do projeto global e até mesmo pranchas para impressão, atualizadas à medida que é feito o dimensionamento.

Todavia, vale salientar que os *softwares* não detêm inteligência ou sabedoria técnica, seja qual for o âmbito da engenharia no qual está inserido. O aprendizado adquirido durante a graduação e através de discussões com profissionais técnicos deve ser suficiente para analisar, diagnosticar e, quando necessário, solucionar problemas despercebidos aos “olhos” do programa computacional. O uso racional destas ferramentas deve ser feito com responsabilidade e a favor da segurança para com o usuário final.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**. Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, set. 1998.
- _____. **NBR 15561**. Tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, jun. 2017.
- _____. **NBR 10925**. Cavalete de PVC DN 20 para ramais prediais. Rio de Janeiro: ABNT, mar. 2016.
- _____. **NBR 7229**. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, set. 1997.
- _____. **NBR 5648**. Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, dez. 2018.
- ADDIS, Bill. **Edificação: 3000 anos de projeto, engenharia e construção**, 1. ed. Bookman, 2009.
- ALTOQI. **Autoatendimento**. Disponível em: <<http://faq.altoqi.com.br/#hydros>>. Acesso em: 04 dez. 2018.
- BANKI, A. L.; BEHAR, B. B.; SILVA, J. **Documentação Técnica – Hydros v4**, Florianópolis. 2008. 215 p.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campos; RIBEIRO JUNIOR, Geraldo de Andrade. **Instalações hidráulicas prediais utilizando tubos plásticos**. 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de Consolidação nº 5**, de 28 de setembro de 2017. Anexo XX. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial [da] União, 03 out. 2017. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html>. Acesso em: 07 de dez. 2018.
- CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. Editora Blucher, 2017.
- COELHO, Adalberto Cavalcanti; MAYNARD, João Carlos de Britto. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Recife: Editora Comunicarte, 1999.
- CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. LTC, 1981.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE BAURU. **Modelo de cavalete para hidrômetros individualizados**, 2014. Disponível em: <http://www.daebauru.sp.gov.br/2014/agua/agua.php?secao=ligacao&pagina=28>. Acesso em: 05 fev. 2019.
- GERÔNIMO, Keyce Fernandes. **Estudo de um edifício aplicado no software Altoqi: análise dos cálculos e seus respectivos resultados**. 2016. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina.

ILHA, Marina Sangoi de Oliveira; GONÇALVES, Orestes Marraccini. **Sistemas prediais de água fria**. 1994.

JUNIOR, M. O. **Instalações prediais**. Notas de aula. 2006. Disponível em: http://www.viptec.com.br/Arquivos_Dicas/7098Modulo%201%20-%20Agua%20fria%20-%20Dimensionamento%20V04.pdf. Acesso em: 17 fev. 2019.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. LTC-Livros Técnicos e Científicos, 1990.

MEDEIROS, K. T. B. **Instalações prediais de água fria**. Não paginado. Notas de aula. 2017.

MELO, Vanderley de Oliveira; AZEVEDO NETTO, José M. de. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias**. São Paulo: Edgard Blucher, v. 185, p. p1, 1988.

NETTO, Azevedo; Y FERNÁNDEZ, Miguel Fernández. **Manual de hidráulica**. 9ª edição. Editora Blucher, 2018.

OLIVEIRA, Marcielle Fernandes. **Análise comparativa entre métodos de dimensionamento de instalações prediais de água fria: manual e com software comercial**. 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

OLIVEIRA, Sérgio. **Hydros água vídeo 01**. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=g869s2BlbUw&list=PLC-EIUyxfNwNb72D721Ka365BFFrFk6_h>. Acesso em: 04 dez. 2018.

PERINI, V. **Integração de projetos com o uso de ferramentas computacionais**. 2003. 87 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) — Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2003.

TIGRE S. A. **Predial – Catálogo de Produtos**. Obras e Reformas – Água Fria. Joinville, 2016. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-obras-e-reformas.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.

TIGRE S. A. **Orientações para instalações de Água Fria – Água Fria Predial**. Joinville, 2016. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-agua-fria.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.

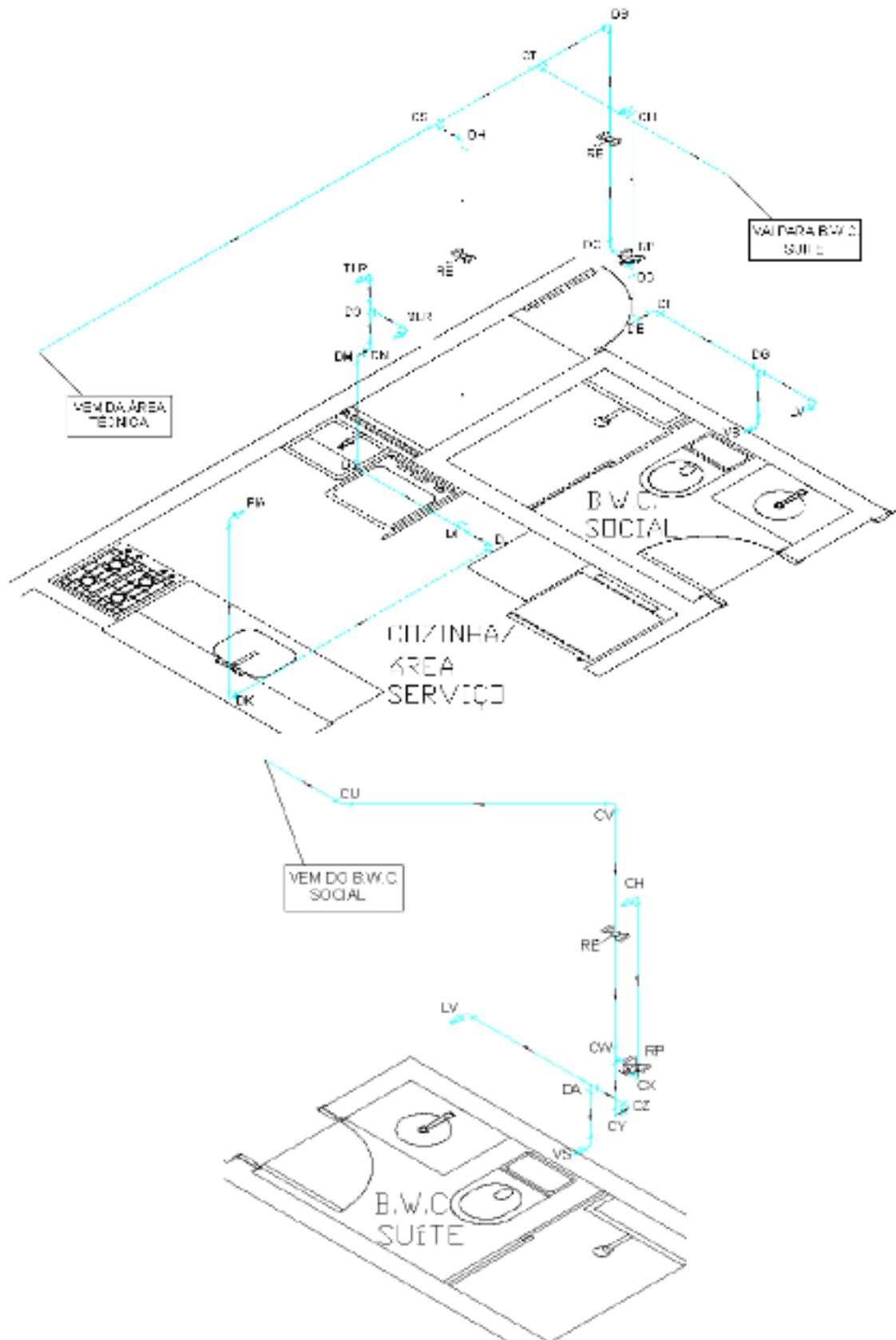
TIGRE S. A. **M294 Manual Técnico Tigre: orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais**. 5ª Edição. Joinville, 2013.

URANO, R. A. **Tutorial 01 – Como criar um novo projeto**. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eMasXoGs21Q&list=PL_3AXHEHNtPe2QgoYgin9KXSI RyJsJMLG>. Acesso em: 04 dez. 2018.

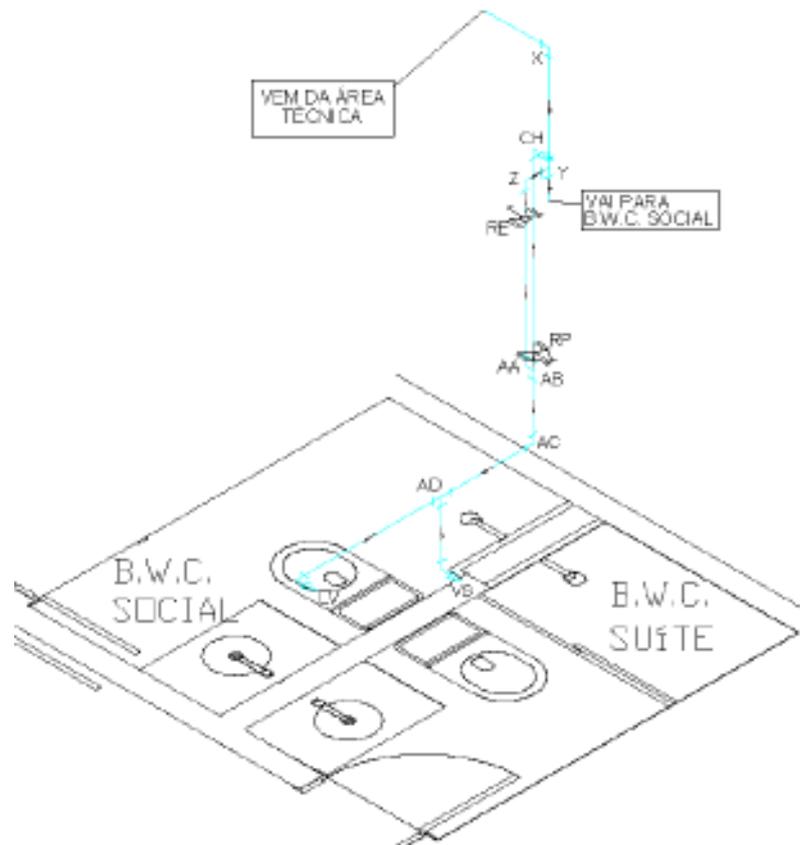
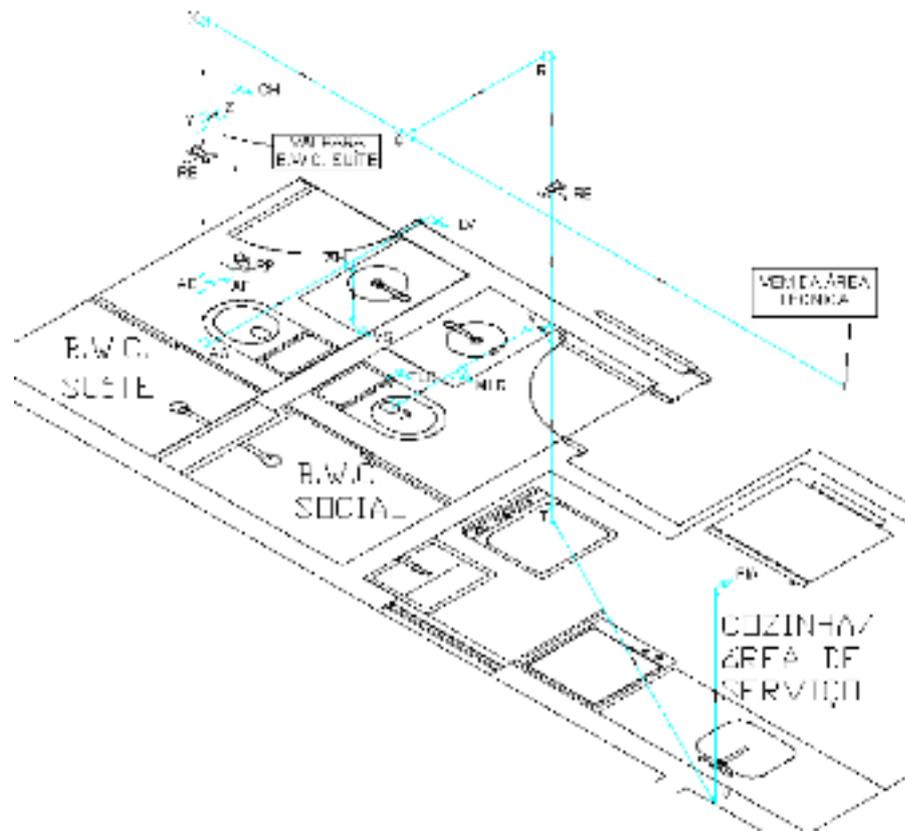
Sistema predial de água fria. Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. 2014. Disponível em: http://www.joinville.udesc.br/portal/departamentos/dec/labipr/materiais/ipr_aula_02.pdf. Acesso em: 09 jan. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO)**. 1946. 2011.

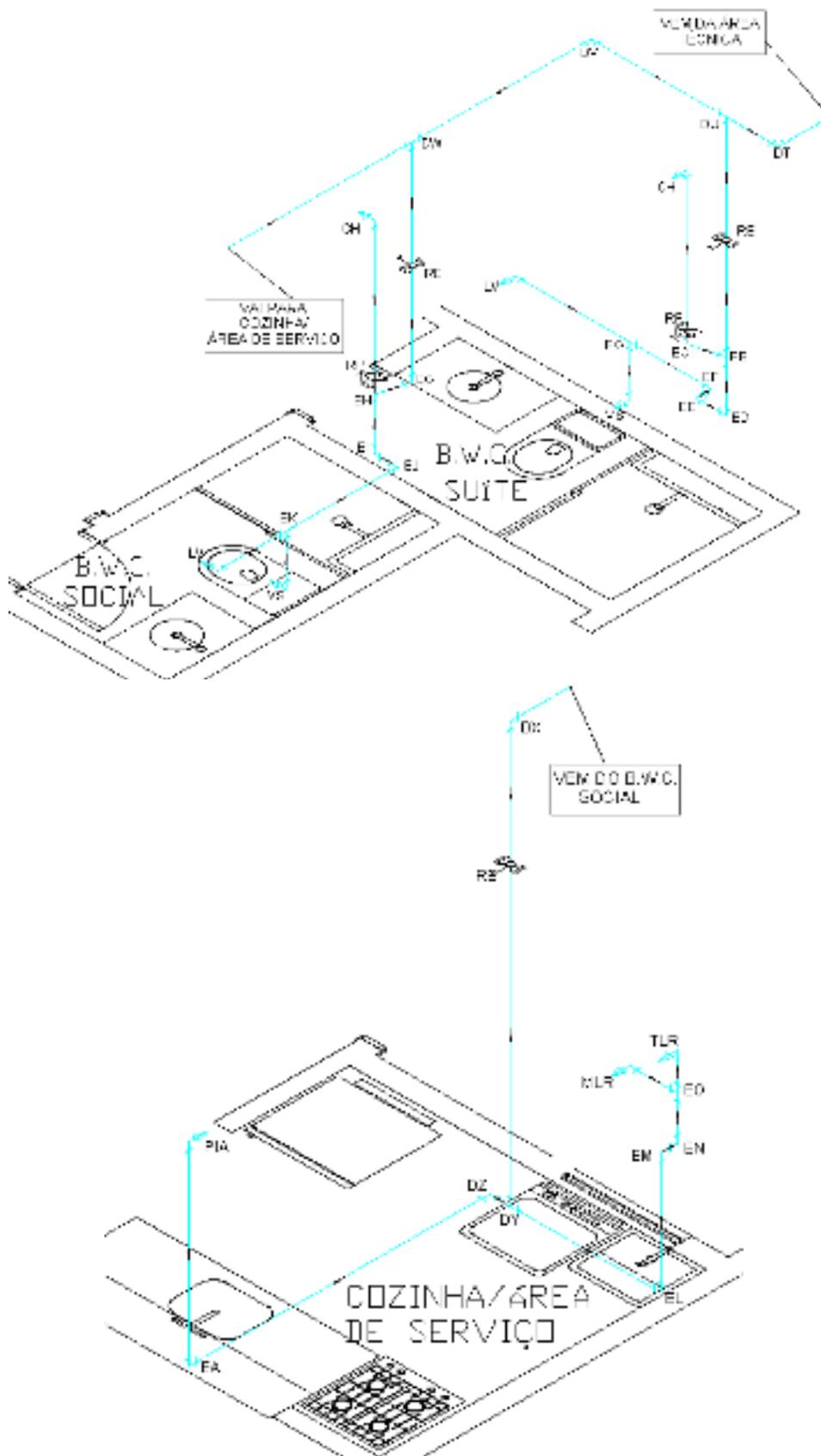
APÊNDICE A – ISOMÉTRICOS APTOS. 401, 301, 201 E 101



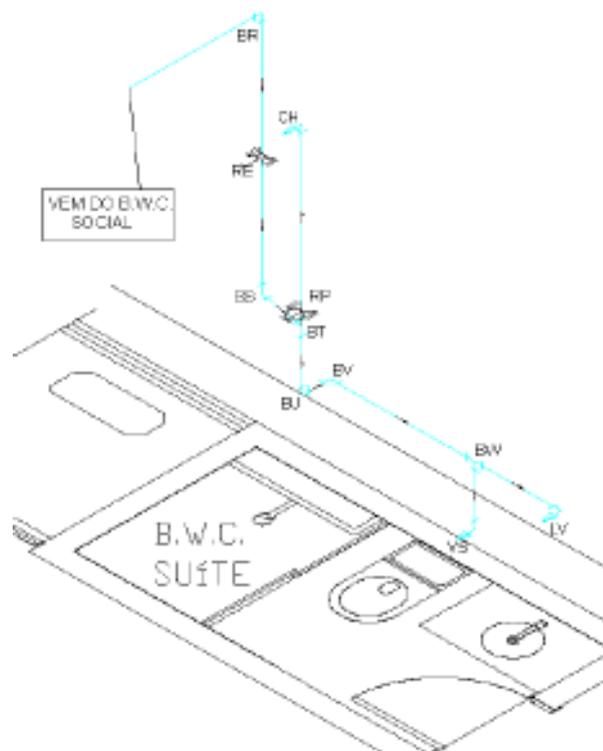
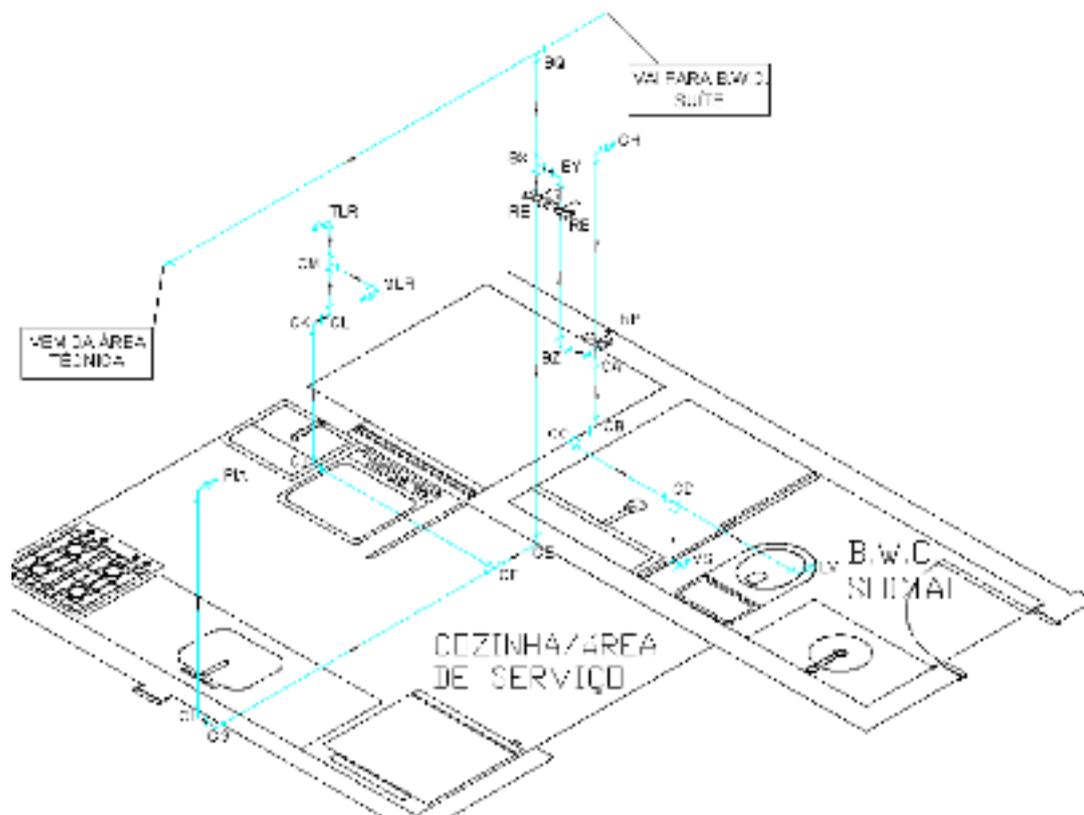
APÊNDICE B – ISOMÉTRICOS APTOS. 402, 302, 202 E 102



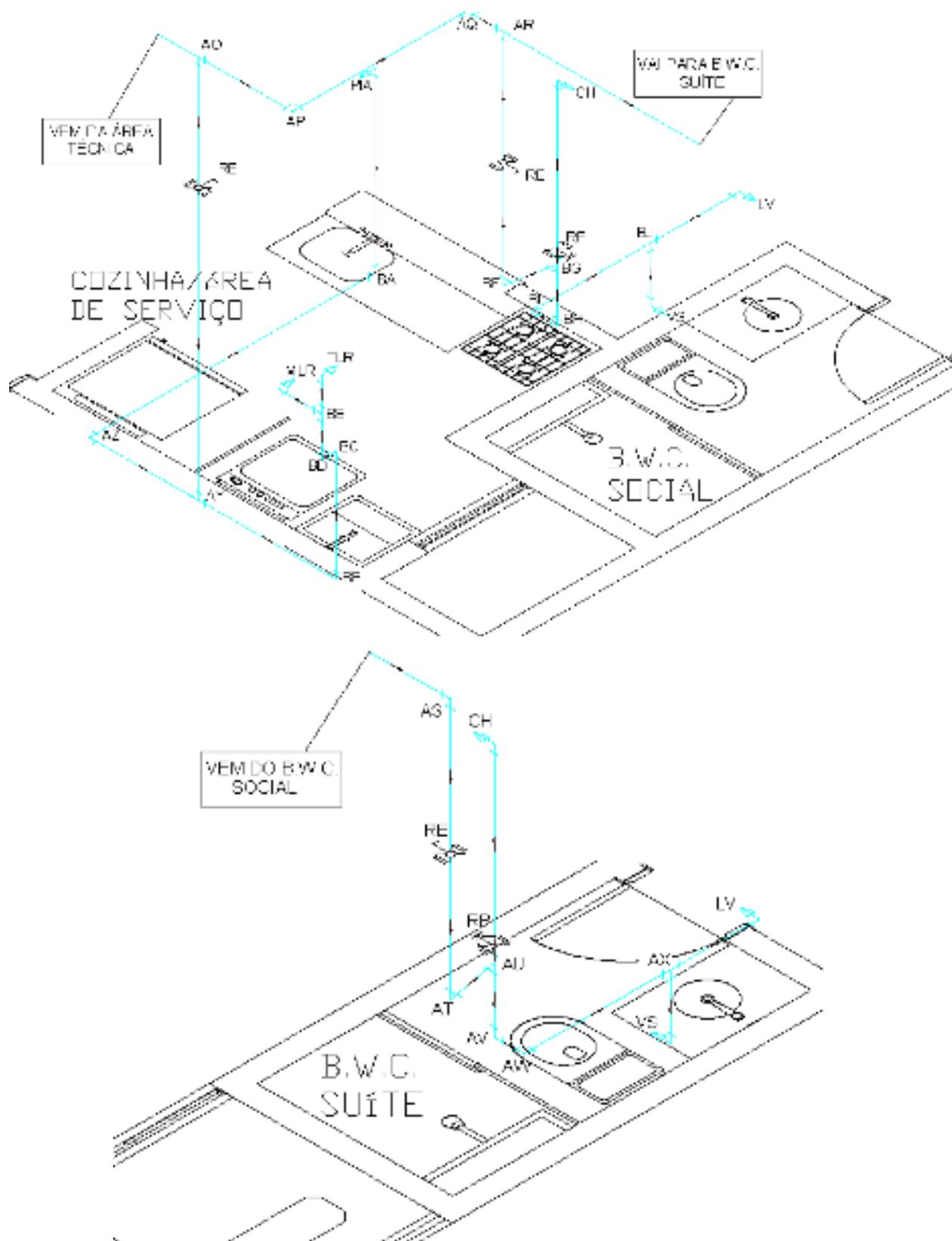
APÊNDICE C – ISOMÉTRICOS APTOS. 403, 303, 203 E 103



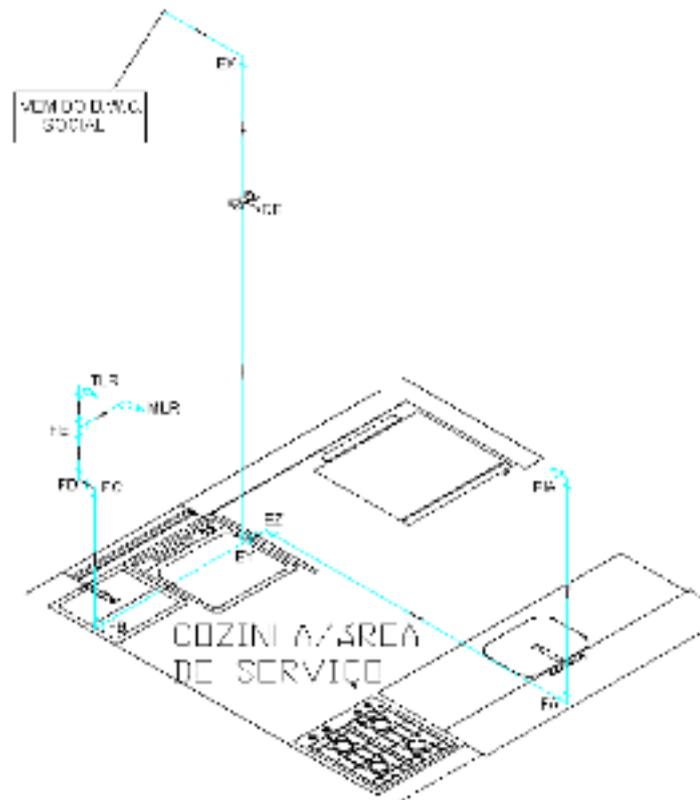
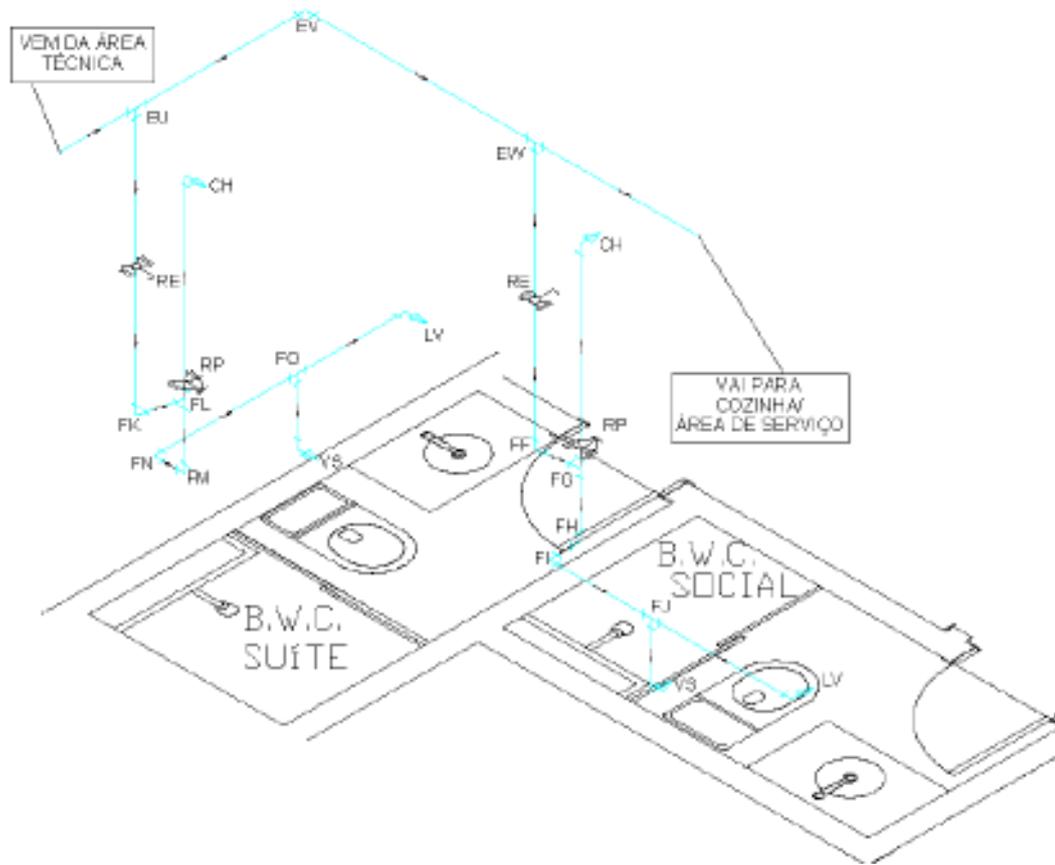
APÊNDICE D – ISOMÉTRICOS APTOS. 404, 304, 204 E 104



APÊNDICE E – ISOMÉTRICOS APTOS. 405, 305, 205 E 105



APÊNDICE F – ISOMÉTRICOS APTOS. 406, 306, 206 E 106



APÊNDICE G – PLANILHA COM DADOS DO DIMENSIONAMENTO EXCEL

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobre-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
Barrilete e RS	Barrilete	RS1-A	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,90	9,00	1,89	4,80	0,58	1,46	2,04	6,96	5,00
Barrilete e RS	Barrilete	A-B	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,00	6,96	1,06	3,40	0,32	1,03	1,36	5,61	5,00
Barrilete e RS	Barrilete	B-VESF1	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,50	10,61	0,50	0,80	0,15	0,24	0,40	10,21	5,00
Barrilete e RS	Barrilete	VESF1-C	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,50	15,21	0,50	3,40	0,15	1,03	1,19	14,02	5,00
Barrilete e RS	Barrilete	C-D	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,00	14,02	0,20	7,60	0,06	2,31	2,37	11,65	5,00
Barrilete e RS	Barrilete	RS2-L	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,90	9,00	0,73	4,80	0,22	1,46	1,68	7,32	5,00
Barrilete e RS	Barrilete	L-F	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,00	7,32	0,61	3,40	0,19	1,03	1,22	6,10	5,00
Barrilete e RS	Barrilete	F-VESF2	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,50	11,10	0,50	0,80	0,15	0,24	0,40	10,70	5,00
Barrilete e RS	Barrilete	VESF2-D	76,8	2,63	50	1,34	0,30	0,50	15,70	0,50	2,30	0,15	0,70	0,85	14,85	5,00
CAF - PAVIMENTO "BARRILETE E RS" AO 4																
Barrilete - 4	CAF	D-E (D)	76,8	2,63	40	2,09	0,74	4,58	57,45	4,58	2,20	3,37	1,62	4,99	52,46	5,00
4	CAF	D-E (L)	76,8	2,63	40	2,09	0,74	4,58	57,45	4,58	7,30	3,37	5,38	8,75	48,70	5,00
4	CAF	E-G (D)	73,6	2,57	40	2,05	0,71	0,10	53,46	0,10	2,20	0,07	1,56	1,63	51,82	5,00
4	CAF	E-G (L)	73,6	2,57	40	2,05	0,71	0,10	53,46	0,10	7,30	0,07	5,18	5,25	48,20	5,00
4	CAF	G-H (D)	70,4	2,52	40	2,00	0,68	0,10	52,82	0,10	2,20	0,07	1,50	1,57	51,25	5,00
4	CAF	G-H (L)	70,4	2,52	40	2,00	0,68	0,10	52,82	0,10	7,30	0,07	4,98	5,05	47,77	5,00
4	CAF	H-I (D)	67,2	2,46	40	1,96	0,66	0,10	52,25	0,10	2,20	0,07	1,44	1,51	50,75	5,00
4	CAF	H-I (L)	67,2	2,46	40	1,96	0,66	0,10	52,25	0,10	7,30	0,07	4,78	4,85	47,40	5,00
4	CAF	I-J (D)	64	2,40	40	1,91	0,63	0,10	51,75	0,10	2,20	0,06	1,38	1,44	50,30	5,00
4	CAF	I-J (L)	64	2,40	40	1,91	0,63	0,10	51,75	0,10	7,30	0,06	4,58	4,65	47,10	5,00
4	CAF	J-K1 (D)	60,8	2,34	40	1,86	0,60	0,10	51,30	0,10	2,20	0,06	1,32	1,38	49,92	5,00
4	CAF	J-K1 (L)	60,8	2,34	40	1,86	0,60	0,10	51,30	0,10	7,30	0,06	4,38	4,44	46,86	5,00
APTO. 402																
4	Ramal	E-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	48,70	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	48,49	5,00
4	Ramal	RE-N	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	48,49	0,22	1,50	0,09	0,61	0,70	47,79	5,00
4	Ramal	N-O	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-0,85	39,29	0,85	1,50	0,34	0,61	0,95	38,34	5,00
4	Ramal	O-P	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	38,34	0,49	1,50	0,20	0,61	0,80	37,54	5,00
4	Ramal	P-Q (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	37,54	3,64	0,90	1,47	0,36	1,84	35,70	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Ramal	P-Q (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	37,54	3,64	3,10	1,47	1,25	2,73	34,81	5,00
4	Ramal	Q-R	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	34,81	1,03	1,50	0,25	0,37	0,62	34,19	5,00
4	Ramal	R-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	42,69	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	42,41	5,00
4	Ramal	RE-S (D)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,90	51,41	0,90	0,90	0,22	0,22	0,44	50,97	5,00
4	Ramal	RE-S (L)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,90	51,41	0,90	3,10	0,22	0,76	0,98	50,44	5,00
4	Ramal	S-T	0,1	0,09	20	0,30	0,07	1,13	62,27	1,13	1,20	0,08	0,08	0,16	62,12	5,00
4	Ramal	T-U	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	62,12	2,64	1,20	0,18	0,08	0,26	61,86	5,00
4	Sub-ramal	U-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	48,56	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	48,39	10,00
4	Sub-ramal	S-V	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	50,44	0,11	1,20	0,03	0,28	0,30	50,13	5,00
4	Sub-ramal	V-MLR (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	50,13	0,57	3,10	0,13	0,72	0,85	49,28	10,00
4	Sub-ramal	V-MLR (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	50,13	0,57	0,90	0,13	0,21	0,34	49,79	10,00
4	Sub-ramal	MLR-W	0,7	0,25	25	0,51	0,11	0,00	49,79	0,46	1,50	0,05	0,16	0,21	49,58	5,00
4	Sub-ramal	W-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	47,08	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	46,89	10,00
4	Ramal	Q-X	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	35,70	1,45	1,20	0,98	0,82	1,80	33,90	5,00
4	Ramal	X-Y (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,65	40,40	0,65	0,80	0,44	0,54	0,99	39,42	5,00
4	Ramal	X-Y (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,65	40,40	0,65	2,40	0,44	1,63	2,07	38,33	5,00
4	Ramal	Y-Z	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	39,42	0,15	1,20	0,06	0,44	0,50	38,92	5,00
4	Ramal	Z-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	40,92	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	40,77	5,00
4	Ramal	RE-AA	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	48,77	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	48,03	5,00
4	Ramal	AA-AB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	48,03	0,05	2,40	0,02	0,89	0,91	47,12	5,00
4	Sub-ramal	AB-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	46,12	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	46,10	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	35,10	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	34,94	10,00
4	Ramal	AB-AC	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	51,12	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	50,60	5,00
4	Ramal	AC-AD (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	50,60	0,57	0,80	0,18	0,26	0,44	50,16	5,00
4	Ramal	AC-AD (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	50,60	0,57	2,40	0,18	0,78	0,96	49,64	5,00
4	Sub-ramal	AD-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	53,64	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	53,36	5,00
4	Sub-ramal	AD-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	50,16	0,91	1,20	0,16	0,21	0,37	49,79	10,00
4	Ramal	Y-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	41,42	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	41,27	5,00
4	Ramal	RE-AE (D)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	49,27	0,80	0,80	0,30	0,30	0,59	48,68	5,00
4	Ramal	RE-AE (L)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	49,27	0,80	2,40	0,30	0,89	1,19	48,08	5,00
4	Sub-ramal	AE-AF	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	48,08	0,17	1,20	0,01	0,08	0,09	47,99	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Sub-ramal	AF-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	46,99	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	46,97	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	35,97	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	35,82	10,00
4	Ramal	AE-AG	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	52,68	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	52,16	5,00
4	Ramal	AG-AH (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	52,16	1,07	0,80	0,35	0,26	0,61	51,55	5,00
4	Ramal	AG-AH (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	52,16	1,07	2,40	0,35	0,78	1,13	51,03	5,00
4	Sub-ramal	AH-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	55,03	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	54,75	5,00
4	Sub-ramal	AH-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	51,55	0,55	1,20	0,10	0,21	0,31	51,24	10,00
APTO. 405																
4	Ramal	I-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,40	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	47,19	5,00
4	Ramal	RE-AI	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,19	0,40	1,50	0,16	0,61	0,77	46,42	5,00
4	Ramal	AI-AJ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,15	34,92	1,15	1,50	0,47	0,61	1,07	33,85	5,00
4	Ramal	AJ-AK	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	33,85	0,67	1,50	0,27	0,61	0,88	32,97	5,00
4	Ramal	AK-AL	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	32,97	1,35	1,50	0,55	0,61	1,15	31,82	5,00
4	Ramal	AL-AM	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	31,82	11,14	1,50	4,50	0,61	5,11	26,71	5,00
4	Ramal	AM-AN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	26,71	0,68	1,50	0,27	0,61	0,88	25,83	5,00
4	Ramal	AN-AO (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	25,83	1,31	0,90	0,53	0,36	0,89	24,94	5,00
4	Ramal	AN-AO (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	25,83	1,31	3,10	0,53	1,25	1,78	24,05	5,00
4	Ramal	AO-AP	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	24,94	2,01	1,20	1,37	0,82	2,18	22,75	5,00
4	Ramal	AP-AQ	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	22,75	1,31	1,20	0,89	0,82	1,71	21,05	5,00
4	Ramal	AQ-AR (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	21,05	0,27	0,80	0,18	0,54	0,73	20,32	5,00
4	Ramal	AQ-AR (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	21,05	0,27	2,40	0,18	1,63	1,81	19,23	5,00
4	Ramal	AR-AS	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	20,32	5,05	1,20	1,87	0,44	2,32	18,00	5,00
4	Ramal	AS-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	26,50	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	26,12	5,00
4	Ramal	RE-AT	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	34,12	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	33,37	5,00
4	Ramal	AT-AU	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	33,37	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	32,36	5,00
4	Sub-ramal	AU-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,10	33,36	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	33,34	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	22,34	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	22,18	10,00
4	Ramal	AU-AV	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	36,36	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	35,84	5,00
4	Ramal	AV-AW	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	35,84	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	35,39	5,00
4	Ramal	AW-AX (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	35,39	0,92	0,80	0,30	0,26	0,56	34,83	5,00
4	Ramal	AW-AX (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	35,39	0,92	2,40	0,30	0,78	1,08	34,31	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Sub-ramal	AX-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	38,31	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	38,03	5,00
4	Sub-ramal	AX-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	34,83	0,56	1,20	0,10	0,21	0,31	34,52	10,00
4	Ramal	AO-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,94	33,40	0,94	0,30	0,23	0,07	0,30	33,10	5,00
4	Ramal	RE-AY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	53,40	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	52,14	5,00
4	Ramal	AY-AZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	52,14	0,81	1,20	0,05	0,08	0,14	52,01	5,00
4	Ramal	AZ-BA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	52,01	2,14	1,20	0,14	0,08	0,23	51,78	5,00
4	Sub-ramal	BA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	38,48	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	38,31	10,00
4	Sub-ramal	AY-BB	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	52,14	1,03	1,50	0,24	0,35	0,59	51,55	5,00
4	Sub-ramal	BB-BC	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	43,25	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	42,71	5,00
4	Sub-ramal	BC-BD	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	42,71	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	42,34	5,00
4	Sub-ramal	BD-BE (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	39,34	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	39,06	5,00
4	Sub-ramal	BD-BE (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	39,34	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	38,55	5,00
4	Sub-ramal	BE-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	36,56	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	36,37	10,00
4	Sub-ramal	BE-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	38,55	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	38,28	10,00
4	Ramal	AR-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	27,73	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	27,34	5,00
4	Ramal	RE-BF	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	35,34	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	34,60	5,00
4	Ramal	BF-BG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	34,60	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	33,59	5,00
4	Sub-ramal	BG-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	32,59	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	32,57	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	21,57	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	21,41	10,00
4	Ramal	BG-BH	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	37,59	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	37,07	5,00
4	Ramal	BH-BI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	37,07	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	36,62	5,00
4	Ramal	BI-BJ (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	36,62	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	36,07	5,00
4	Ramal	BI-BJ (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	36,62	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	35,55	5,00
4	Sub-ramal	BJ-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	39,55	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	39,27	5,00
4	Sub-ramal	BJ-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	36,07	0,67	1,20	0,12	0,21	0,33	35,74	10,00
APTO. 404																
4	Ramal	H-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,77	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	47,56	5,00
4	Ramal	RE-BK	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,56	0,34	1,50	0,14	0,61	0,75	46,81	5,00
4	Ramal	BK-BL	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,05	36,31	1,05	1,50	0,42	0,61	1,03	35,28	5,00
4	Ramal	BL-BM	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	35,28	0,83	1,50	0,34	0,61	0,94	34,34	5,00
4	Ramal	BM-BN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	34,34	0,98	1,50	0,40	0,61	1,00	33,34	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Ramal	BN-BO	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	33,34	11,27	1,50	4,56	0,61	5,16	28,17	5,00
4	Ramal	BO-BP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	28,17	0,56	1,50	0,22	0,61	0,83	27,34	5,00
4	Ramal	BP-BQ (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	27,34	2,51	0,90	1,01	0,36	1,38	25,96	5,00
4	Ramal	BP-BQ (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	27,34	2,51	3,10	1,01	1,25	2,27	25,07	5,00
4	Ramal	BQ-BR	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	25,96	4,52	1,20	1,68	0,44	2,12	23,84	5,00
4	Ramal	BR-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	32,34	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	31,95	5,00
4	Ramal	RE-BS	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	39,95	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	39,21	5,00
4	Ramal	BS-BT	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	39,21	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	38,20	5,00
4	Sub-ramal	BT-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	37,20	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	37,18	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	26,18	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	26,02	10,00
4	Ramal	BT-BU	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	42,20	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	41,68	5,00
4	Ramal	BU-BV	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	41,68	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	41,23	5,00
4	Sub-ramal	BV-BW (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	41,23	0,97	0,80	0,31	0,26	0,57	40,66	5,00
4	Sub-ramal	BV-BW (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	41,23	0,97	2,40	0,31	0,78	1,09	40,14	5,00
4	Sub-ramal	BW-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	44,14	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	43,86	5,00
4	Sub-ramal	BW-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	40,66	0,58	1,20	0,10	0,21	0,32	40,34	10,00
4	Ramal	BQ-BX (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,65	31,57	0,65	0,90	0,21	0,29	0,51	31,07	5,00
4	Ramal	BQ-BX (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,65	30,34	0,65	3,10	0,21	1,01	1,22	29,12	5,00
4	Ramal	BX-BY	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	29,12	0,15	1,20	0,06	0,44	0,50	28,62	5,00
4	Ramal	BY-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	30,62	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	30,47	5,00
4	Ramal	RE-BZ	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,78	38,27	0,78	1,20	0,29	0,44	0,73	37,54	5,00
4	Ramal	BZ-CA	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	37,54	0,20	2,40	0,07	0,89	0,96	36,58	5,00
4	Sub-ramal	CA-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	35,58	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	35,56	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	24,56	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	24,40	10,00
4	Ramal	CA-CB	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	40,58	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	40,06	5,00
4	Ramal	CB-CC	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	40,06	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	39,61	5,00
4	Ramal	CC-CD (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	39,61	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	39,06	5,00
4	Ramal	CC-CD (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	39,61	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	38,54	5,00
4	Sub-ramal	CD-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	42,54	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	42,26	5,00
4	Sub-ramal	CD-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	39,06	0,85	1,20	0,15	0,21	0,36	38,70	10,00
4	Ramal	BX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,20	33,07	0,20	0,30	0,05	0,07	0,12	32,95	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Ramal	RE-CE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	53,25	2,03	1,50	0,50	0,37	0,86	52,38	5,00
4	Ramal	CE-CF (D)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	52,38	0,29	0,90	0,07	0,22	0,29	52,09	5,00
4	Ramal	CE-CF (L)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	52,38	0,29	3,10	0,07	0,76	0,83	51,56	5,00
4	Ramal	CF-CG	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	52,09	1,87	1,20	0,13	0,08	0,21	51,89	5,00
4	Ramal	CG-CI	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	51,89	0,12	1,20	0,01	0,08	0,09	51,80	5,00
4	Sub-ramal	CI-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	38,50	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	38,33	10,00
4	Ramal	CF-CJ	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	51,56	1,21	1,50	0,28	0,35	0,63	50,92	5,00
4	Ramal	CJ-CK	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	42,62	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	42,08	5,00
4	Ramal	CK-CL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	42,08	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	41,71	5,00
4	Ramal	CL-CM (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	38,71	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	38,43	5,00
4	Ramal	CL-CM (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	38,71	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	37,92	5,00
4	Sub-ramal	CM-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	35,93	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	35,74	10,00
4	Sub-ramal	CM-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	37,92	0,324	1,50	0,05	0,22	0,27	37,65	10,00
APTO. 401																
4	Ramal	K-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	46,86	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	46,65	5,00
4	Ramal	RE-CN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	46,65	0,53	1,50	0,21	0,61	0,82	45,82	5,00
4	Ramal	CN-CO	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,35	32,32	1,35	1,50	0,55	0,61	1,15	31,17	5,00
4	Ramal	CO-CP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	31,17	0,20	1,50	0,08	0,61	0,69	30,49	5,00
4	Ramal	CP-CQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	30,49	0,96	0,70	0,39	0,28	0,67	29,81	5,00
4	Ramal	CQ-CR	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	29,81	2,57	0,70	1,04	0,28	1,32	28,49	5,00
4	Ramal	CR-CS (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	28,49	3,42	0,90	1,38	0,36	1,74	26,75	5,00
4	Ramal	CR-CS (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	28,49	3,42	3,10	1,38	1,25	2,63	25,86	5,00
4	Ramal	CS-CT (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	26,75	0,87	0,80	0,59	0,54	1,14	25,61	5,00
4	Ramal	CS-CT (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	26,75	0,87	2,40	0,59	1,63	2,22	24,53	5,00
4	Ramal	CT-CU	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	24,53	4,87	0,50	1,80	0,19	1,99	22,54	5,00
4	Ramal	CU-CV	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	22,54	1,45	1,20	0,54	0,44	0,98	21,55	5,00
4	Ramal	CV-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	30,05	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	29,67	5,00
4	Ramal	RE-CW (D)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	37,67	0,80	0,80	0,30	0,30	0,59	37,07	5,00
4	Ramal	RE-CW (L)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	37,67	0,80	2,40	0,30	0,89	1,19	36,48	5,00
4	Sub-ramal	CW-CX	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	36,48	0,25	1,20	0,02	0,08	0,10	36,38	5,00
4	Sub-ramal	CX-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	35,38	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	35,36	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	24,36	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	24,21	10,00
4	Ramal	CW-CY	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	41,07	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	40,55	5,00
4	Ramal	CY-CZ	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	40,55	0,11	1,20	0,04	0,39	0,42	40,13	5,00
4	Ramal	CZ-DA (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	40,13	0,31	0,80	0,10	0,26	0,36	39,77	5,00
4	Ramal	CZ-DA (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	40,13	0,31	2,40	0,10	0,78	0,88	39,25	5,00
4	Sub-ramal	DA-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	43,25	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	42,97	5,00
4	Sub-ramal	DA-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	39,77	0,93	1,20	0,16	0,21	0,38	39,40	10,00
4	Ramal	CT-DB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	25,61	0,61	1,20	0,23	0,44	0,67	24,94	5,00
4	Ramal	DB-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	33,44	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	33,05	5,00
4	Ramal	RE-DC	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	41,05	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	40,31	5,00
4	Ramal	DC-DD	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	40,31	0,27	2,40	0,10	0,89	0,99	39,32	5,00
4	Sub-ramal	DD-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	38,32	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	38,30	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	27,30	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	27,15	10,00
4	Ramal	DD-DE	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	43,32	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	42,80	5,00
4	Ramal	DE-DF	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	42,80	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	42,35	5,00
4	Ramal	DF-DG (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	42,35	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	41,81	5,00
4	Ramal	DF-DG (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	42,35	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	41,29	5,00
4	Sub-ramal	DG-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	45,29	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	45,01	5,00
4	Sub-ramal	DG-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	41,81	0,49	1,20	0,09	0,21	0,30	41,51	10,00
4	Ramal	CS-DH	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	25,86	0,24	1,50	0,06	0,37	0,43	25,43	5,00
4	Ramal	DH-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	33,93	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	33,65	5,00
4	Ramal	RE-DI	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	53,95	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	52,70	5,00
4	Ramal	DI-DJ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	52,70	0,26	1,20	0,02	0,08	0,10	52,60	5,00
4	Ramal	DJ-DK	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	52,60	2,25	1,20	0,15	0,08	0,23	52,37	5,00
4	Sub-ramal	DK-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	39,07	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	38,90	10,00
4	Ramal	DI-DL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	52,70	0,91	1,50	0,21	0,35	0,56	52,14	5,00
4	Ramal	DL-DM	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	43,84	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	43,30	5,00
4	Ramal	DM-DN	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	43,30	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	42,92	5,00
4	Ramal	DN-DO (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	39,92	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	39,64	5,00
4	Ramal	DN-DO (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	39,92	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	39,13	5,00
4	Sub-ramal	DO-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	37,14	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	36,96	10,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Sub-ramal	DO-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	39,13	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	38,87	10,00
APTO. 403																
4	Ramal	G-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	48,20	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	47,99	5,00
4	Ramal	RE-DP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,99	0,29	1,50	0,12	0,61	0,72	47,27	5,00
4	Ramal	DP-DQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-0,95	37,77	0,95	1,50	0,38	0,61	0,99	36,78	5,00
4	Ramal	DQ-DR	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	36,78	0,98	1,50	0,40	0,61	1,00	35,78	5,00
4	Ramal	DR-DS	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	35,78	0,80	1,50	0,32	0,61	0,93	34,84	5,00
4	Ramal	DS-DT	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	34,84	2,15	1,50	0,87	0,61	1,48	33,37	5,00
4	Ramal	DT-DU (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	33,37	0,41	0,90	0,17	0,36	0,53	32,84	5,00
4	Ramal	DT-DU (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	33,37	0,41	3,10	0,17	1,25	1,42	31,95	5,00
4	Ramal	DU-DV	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	32,84	1,06	1,50	0,35	0,49	0,84	32,00	5,00
4	Ramal	DV-DW (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	32,00	1,41	0,90	0,46	0,29	0,75	31,25	5,00
4	Ramal	DV-DW (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	32,00	1,41	3,10	0,46	1,01	1,47	30,53	5,00
4	Ramal	DW-DX	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	31,25	2,22	1,50	0,54	0,37	0,91	30,34	5,00
4	Ramal	DX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	38,84	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	38,56	5,00
4	Ramal	RE-DY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	58,86	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	57,60	5,00
4	Ramal	DY-DZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	57,60	0,14	1,20	0,01	0,08	0,09	57,51	5,00
4	Ramal	DZ-EA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	57,51	2,05	1,20	0,14	0,08	0,22	57,30	5,00
4	Sub-ramal	EA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	44,00	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	43,82	10,00
4	Ramal	DU-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	40,45	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	40,06	5,00
4	Ramal	RE-EB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	48,06	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	47,32	5,00
4	Ramal	EB-EC	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	47,32	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	46,34	5,00
4	Sub-ramal	EC-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	45,34	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	45,32	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	34,32	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	34,16	10,00
4	Ramal	EC-ED	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	50,34	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	49,82	5,00
4	Ramal	ED-EE	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	49,82	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	49,37	5,00
4	Ramal	EE-EF (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	49,37	0,65	0,80	0,21	0,26	0,47	48,90	5,00
4	Ramal	EE-EF (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	49,37	0,65	2,40	0,21	0,78	0,99	48,38	5,00
4	Sub-ramal	EF-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	48,90	0,90	1,20	0,16	0,21	0,37	48,53	10,00
4	Sub-ramal	EF-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	52,38	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	52,10	5,00
4	Ramal	DW-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	39,03	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	38,64	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Ramal	RE-EG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	46,64	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	45,90	5,00
4	Ramal	EG-EH	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	45,90	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	44,92	5,00
4	Sub-ramal	EH-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	43,92	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	43,90	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	32,90	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	32,75	10,00
4	Ramal	EH-EI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	48,92	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	48,40	5,00
4	Ramal	EI-EJ	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	48,40	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	47,95	5,00
4	Ramal	EJ-EK (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	47,95	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	47,41	5,00
4	Ramal	EJ-EK (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	47,95	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	46,89	5,00
4	Sub-ramal	EK-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	50,89	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	50,61	5,00
4	Sub-ramal	EK-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	47,41	0,54	1,20	0,10	0,21	0,31	47,10	10,00
4	Ramal	DY-EL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	57,60	1,03	1,50	0,24	0,35	0,59	57,02	5,00
4	Ramal	EL-EM	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	48,72	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	48,18	5,00
4	Ramal	EM-EN	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	48,18	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	47,80	5,00
4	Ramal	EN-EO (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,30	50,80	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	50,52	5,00
4	Ramal	EN-EO (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,30	50,80	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	50,01	5,00
4	Sub-ramal	EO-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	48,02	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	47,84	10,00
4	Sub-ramal	EO-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	50,01	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	49,74	10,00
APTO. 406																
4	Ramal	J-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,10	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	46,89	5,00
4	Ramal	RE-EP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	46,89	0,46	1,50	0,19	0,61	0,79	46,09	5,00
4	Ramal	EP-EQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,25	33,59	1,25	1,50	0,51	0,61	1,11	32,48	5,00
4	Ramal	EQ-ER	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	32,48	0,47	1,50	0,19	0,61	0,80	31,68	5,00
4	Ramal	ER-ES	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	31,68	1,61	1,50	0,65	0,61	1,26	30,43	5,00
4	Ramal	ES-ET	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	30,43	2,06	1,50	0,83	0,61	1,44	28,99	5,00
4	Ramal	ET-EU (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	28,99	0,52	0,90	0,21	0,36	0,57	28,41	5,00
4	Ramal	ET-EU (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	28,99	0,52	3,10	0,21	1,25	1,46	27,52	5,00
4	Ramal	EU-EV	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	28,41	1,05	1,50	0,34	0,49	0,83	27,58	5,00
4	Ramal	EV-EW (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	27,58	1,41	0,90	0,46	0,29	0,75	26,83	5,00
4	Ramal	EV-EW (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	27,58	1,41	3,10	0,46	1,01	1,47	26,11	5,00
4	Ramal	EW-EX	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	26,83	2,32	1,50	0,57	0,37	0,93	25,89	5,00
4	Ramal	EX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	34,39	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	34,11	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Ramal	RE-EY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	54,41	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	53,16	5,00
4	Ramal	EY-EZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	53,16	0,16	1,20	0,01	0,08	0,09	53,07	5,00
4	Ramal	EZ-FA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	53,07	2,05	1,20	0,14	0,08	0,22	52,85	5,00
4	Sub-ramal	FA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	39,55	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	39,38	10,00
4	Ramal	EY-FB	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	53,16	1,01	1,50	0,23	0,35	0,58	52,58	5,00
4	Ramal	FB-FC	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	44,28	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	43,73	5,00
4	Ramal	FC-FD	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	43,73	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	43,36	5,00
4	Ramal	FD-FE (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	40,36	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	40,08	5,00
4	Ramal	FD-FE (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	40,36	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	39,57	5,00
4	Sub-ramal	FE-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	37,58	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	37,39	10,00
4	Sub-ramal	FE-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	39,57	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	39,30	10,00
4	Ramal	EW-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	35,33	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	34,94	5,00
4	Ramal	RE-FF	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	42,94	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	42,20	5,00
4	Ramal	FF-FG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	42,20	0,24	2,40	0,09	0,89	0,98	41,22	5,00
4	Sub-ramal	FG-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	40,22	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	40,20	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	29,20	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	29,04	10,00
4	Sub-ramal	FG-FH	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	45,22	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	44,70	5,00
4	Sub-ramal	FH-FI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	44,70	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	44,25	5,00
4	Sub-ramal	FI-FJ (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	44,25	0,63	0,80	0,20	0,26	0,46	43,79	5,00
4	Sub-ramal	FI-FJ (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	44,25	0,63	2,40	0,20	0,78	0,98	43,27	5,00
4	Ramal	FJ-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	47,27	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	46,99	5,00
4	Ramal	FJ-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	43,79	0,87	1,20	0,15	0,21	0,37	43,42	10,00
4	Ramal	EU-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	36,91	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	36,52	5,00
4	Ramal	RE-FK	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	44,52	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	43,78	5,00
4	Ramal	FK-FL	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	43,78	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	42,80	5,00
4	Sub-ramal	FL-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	41,80	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	41,78	5,00
4	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	30,78	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	30,62	10,00
4	Ramal	FL-FM	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	46,80	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	46,28	5,00
4	Ramal	FM-FN	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	46,28	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	45,83	5,00
4	Ramal	FN-FO (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	45,83	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	45,29	5,00
4	Ramal	FN-FO (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	45,83	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	44,77	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
4	Sub-ramal	FO-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	48,77	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	48,49	5,00
4	Sub-ramal	FO-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	45,29	0,67	1,20	0,12	0,21	0,33	44,96	10,00
CAF - PAVIMENTO 4 AO 3																
4-3	CAF	K1-E1 (D)	57,6	2,28	40	1,81	0,57	2,38	73,72	2,38	2,20	1,36	1,26	2,62	71,10	5,00
4-3	CAF	K1-E1 (L)	57,6	2,28	40	1,81	0,57	2,38	73,72	2,38	7,30	1,36	4,18	5,54	68,18	5,00
3	CAF	E1-G (D)	54,4	2,21	40	1,76	0,54	0,10	72,10	0,10	2,20	0,05	1,20	1,25	70,84	5,00
3	CAF	E1-G (L)	54,4	2,21	40	1,76	0,54	0,10	72,10	0,10	7,30	0,05	3,98	4,03	68,07	5,00
3	CAF	G-H (D)	51,2	2,15	40	1,71	0,52	0,10	71,84	0,10	2,20	0,05	1,14	1,19	70,66	5,00
3	CAF	G-H (L)	51,2	2,15	40	1,71	0,52	0,10	71,84	0,10	7,30	0,05	3,77	3,82	68,02	5,00
3	CAF	H-I (D)	48	2,08	40	1,65	0,49	0,10	71,66	0,10	2,20	0,05	1,07	1,12	70,53	5,00
3	CAF	H-I (L)	48	2,08	40	1,65	0,49	0,10	71,66	0,10	7,30	0,05	3,56	3,61	68,04	5,00
3	CAF	I-J (D)	44,8	2,01	32	2,50	1,33	0,10	71,53	0,10	1,50	0,13	1,99	2,12	69,41	5,00
3	CAF	I-J (L)	44,8	2,01	32	2,50	1,33	0,10	71,53	0,10	4,60	0,13	6,10	6,24	65,30	5,00
3	CAF	J-K2 (D)	41,6	1,93	32	2,41	1,24	0,10	70,41	0,10	1,50	0,12	1,87	1,99	68,42	5,00
3	CAF	J-K2 (L)	41,6	1,93	32	2,41	1,24	0,10	70,41	0,10	4,60	0,12	5,72	5,84	64,57	5,00
APTO. 302																
3	Ramal	E1-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,18	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	67,97	5,00
3	Ramal	RE-N	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	67,97	0,22	1,50	0,09	0,61	0,70	67,27	5,00
3	Ramal	N-O	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-0,85	58,77	0,85	1,50	0,34	0,61	0,95	57,82	5,00
3	Ramal	O-P	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	57,82	0,49	1,50	0,20	0,61	0,80	57,02	5,00
3	Ramal	P-Q (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	57,02	3,64	0,90	1,47	0,36	1,84	55,18	5,00
3	Ramal	P-Q (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	57,02	3,64	3,10	1,47	1,25	2,73	54,29	5,00
3	Ramal	Q-R	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	54,29	1,03	1,50	0,25	0,37	0,62	53,67	5,00
3	Ramal	R-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	62,17	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	61,89	5,00
3	Ramal	RE-S (D)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,90	70,89	0,90	0,90	0,22	0,22	0,44	70,45	5,00
3	Ramal	RE-S (L)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,90	70,89	0,90	3,10	0,22	0,76	0,98	69,91	5,00
3	Ramal	S-T	0,1	0,09	20	0,30	0,07	1,13	81,75	1,13	1,20	0,08	0,08	0,16	81,59	5,00
3	Ramal	T-U	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	81,59	2,64	1,20	0,18	0,08	0,26	81,33	5,00
3	Sub-ramal	U-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	68,03	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	67,86	10,00
3	Sub-ramal	S-V	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	69,91	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	69,54	5,00
3	Sub-ramal	V-MLR (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	69,54	0,57	2,50	0,13	0,58	0,71	68,82	10,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Sub-ramal	V-MLR (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	69,54	0,57	0,90	0,13	0,21	0,34	69,20	10,00
3	Sub-ramal	MLR-W	0,7	0,25	25	0,51	0,11	0,00	69,20	0,46	1,50	0,05	0,16	0,21	68,99	5,00
3	Sub-ramal	W-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	66,49	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	66,30	10,00
3	Ramal	Q-X	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	55,18	1,45	1,20	0,98	0,82	1,80	53,38	5,00
3	Ramal	X-Y (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,65	59,88	0,65	0,80	0,44	0,54	0,99	58,90	5,00
3	Ramal	X-Y (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,65	59,88	0,65	2,40	0,44	1,63	2,07	57,81	5,00
3	Ramal	Y-Z	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	58,90	0,15	1,20	0,06	0,44	0,50	58,40	5,00
3	Ramal	Z-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	60,40	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	60,25	5,00
3	Ramal	RE-AA	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	68,25	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	67,51	5,00
3	Ramal	AA-AB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	67,51	0,05	2,40	0,02	0,89	0,91	66,60	5,00
3	Sub-ramal	AB-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	65,60	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	65,58	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	54,58	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	54,42	10,00
3	Ramal	AB-AC	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	70,60	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	70,08	5,00
3	Ramal	AC-AD (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	70,08	0,57	0,80	0,18	0,26	0,44	69,64	5,00
3	Ramal	AC-AD (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	70,08	0,57	2,40	0,18	0,78	0,96	69,12	5,00
3	Sub-ramal	AD-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	73,12	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	72,83	5,00
3	Sub-ramal	AD-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	69,64	0,91	1,20	0,16	0,21	0,37	69,26	10,00
3	Ramal	Y-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	60,90	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	60,75	5,00
3	Ramal	RE-AE (D)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	68,75	0,80	0,80	0,30	0,30	0,59	68,15	5,00
3	Ramal	RE-AE (L)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	68,75	0,80	2,40	0,30	0,89	1,19	67,56	5,00
3	Sub-ramal	AE-AF	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	67,56	0,17	1,20	0,01	0,08	0,09	67,47	5,00
3	Sub-ramal	AF-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	66,47	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	66,45	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	55,45	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	55,29	10,00
3	Ramal	AE-AG	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	72,15	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	71,64	5,00
3	Ramal	AG-AH (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	71,64	1,07	0,80	0,35	0,26	0,61	71,03	5,00
3	Ramal	AG-AH (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	71,64	1,07	2,40	0,35	0,78	1,13	70,51	5,00
3	Sub-ramal	AH-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	74,51	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	74,23	5,00
3	Sub-ramal	AH-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	71,03	0,55	1,20	0,10	0,21	0,31	70,72	10,00
APTO. 305																
3	Ramal	I-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,04	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	67,83	5,00
3	Ramal	RE-AI	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	67,83	0,40	1,50	0,16	0,61	0,77	67,06	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Ramal	AI-AJ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,15	55,56	1,15	1,50	0,47	0,61	1,07	54,49	5,00
3	Ramal	AJ-AK	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	54,49	0,67	1,50	0,27	0,61	0,88	53,61	5,00
3	Ramal	AK-AL	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	53,61	1,35	1,50	0,55	0,61	1,15	52,46	5,00
3	Ramal	AL-AM	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	52,46	11,14	1,50	4,50	0,61	5,11	47,35	5,00
3	Ramal	AM-AN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,35	0,68	1,50	0,27	0,61	0,88	46,47	5,00
3	Ramal	AN-AO (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	46,47	1,31	0,90	0,53	0,36	0,89	45,58	5,00
3	Ramal	AN-AO (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	46,47	1,31	3,10	0,53	1,25	1,78	44,69	5,00
3	Ramal	AO-AP	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	45,58	2,01	1,20	1,37	0,82	2,18	43,39	5,00
3	Ramal	AP-AQ	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	43,39	1,31	1,20	0,89	0,82	1,71	41,69	5,00
3	Ramal	AQ-AR (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	41,69	0,27	0,80	0,18	0,54	0,73	40,96	5,00
3	Ramal	AQ-AR (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	41,69	0,27	2,40	0,18	1,63	1,81	39,87	5,00
3	Ramal	AR-AS	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	40,96	5,05	1,20	1,87	0,44	2,32	38,64	5,00
3	Ramal	AS-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	47,14	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	46,75	5,00
3	Ramal	RE-AT	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	54,75	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	54,01	5,00
3	Ramal	AT-AU	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	54,01	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	53,00	5,00
3	Sub-ramal	AU-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,10	54,00	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	53,98	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	42,98	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	42,82	10,00
3	Ramal	AU-AV	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	57,00	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	56,48	5,00
3	Ramal	AV-AW	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	56,48	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	56,03	5,00
3	Ramal	AW-AX (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	56,03	0,92	0,80	0,30	0,26	0,56	55,47	5,00
3	Ramal	AW-AX (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	56,03	0,92	2,40	0,30	0,78	1,08	54,95	5,00
3	Sub-ramal	AX-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	58,95	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	58,67	5,00
3	Sub-ramal	AX-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	55,47	0,56	1,20	0,10	0,21	0,31	55,16	10,00
3	Ramal	AO-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,94	54,04	0,94	0,30	0,23	0,07	0,30	53,73	5,00
3	Ramal	RE-AY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	74,03	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	72,78	5,00
3	Ramal	AY-AZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	72,78	0,81	1,20	0,05	0,08	0,14	72,64	5,00
3	Ramal	AZ-BA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	72,64	2,14	1,20	0,14	0,08	0,23	72,42	5,00
3	Sub-ramal	BA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	59,12	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	58,95	10,00
3	Sub-ramal	AY-BB	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	72,78	1,03	1,50	0,24	0,35	0,59	72,19	5,00
3	Sub-ramal	BB-BC	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	63,89	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	63,35	5,00
3	Sub-ramal	BC-BD	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	63,35	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	62,98	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Sub-ramal	BD-BE (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	59,98	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	59,70	5,00
3	Sub-ramal	BD-BE (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	59,98	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	59,19	5,00
3	Sub-ramal	BE-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	57,20	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	57,01	10,00
3	Sub-ramal	BE-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	59,19	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	58,92	10,00
3	Ramal	AR-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	48,37	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	47,98	5,00
3	Ramal	RE-BF	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	55,98	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	55,24	5,00
3	Ramal	BF-BG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	55,24	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	54,23	5,00
3	Sub-ramal	BG-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	53,23	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	53,20	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	42,20	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	42,05	10,00
3	Ramal	BG-BH	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	58,23	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	57,71	5,00
3	Ramal	BH-BI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	57,71	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	57,26	5,00
3	Ramal	BI-BJ (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	57,26	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	56,71	5,00
3	Ramal	BI-BJ (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	57,26	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	56,19	5,00
3	Sub-ramal	BJ-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	60,19	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	59,91	5,00
3	Sub-ramal	BJ-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	56,71	0,67	1,20	0,12	0,21	0,33	56,38	10,00
APTO. 304																
3	Ramal	H-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,02	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	67,81	5,00
3	Ramal	RE-BK	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	67,81	0,34	1,50	0,14	0,61	0,75	67,06	5,00
3	Ramal	BK-BL	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,05	56,56	1,05	1,50	0,42	0,61	1,03	55,53	5,00
3	Ramal	BL-BM	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	55,53	0,83	1,50	0,34	0,61	0,94	54,59	5,00
3	Ramal	BM-BN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	54,59	0,98	1,50	0,40	0,61	1,00	53,59	5,00
3	Ramal	BN-BO	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	53,59	11,27	1,50	4,56	0,61	5,16	48,42	5,00
3	Ramal	BO-BP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	48,42	0,56	1,50	0,22	0,61	0,83	47,59	5,00
3	Ramal	BP-BQ (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,59	2,51	0,90	1,01	0,36	1,38	46,21	5,00
3	Ramal	BP-BQ (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,59	2,51	3,10	1,01	1,25	2,27	45,32	5,00
3	Ramal	BQ-BR	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	46,21	4,52	1,20	1,68	0,44	2,12	44,09	5,00
3	Ramal	BR-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	52,59	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	52,20	5,00
3	Ramal	RE-BS	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	60,20	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	59,46	5,00
3	Ramal	BS-BT	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	59,46	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	58,45	5,00
3	Sub-ramal	BT-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	57,45	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	57,43	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	46,43	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	46,27	10,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Ramal	BT-BU	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	62,45	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	61,93	5,00
3	Ramal	BU-BV	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	61,93	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	61,48	5,00
3	Sub-ramal	BV-BW (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	61,48	0,97	0,80	0,31	0,26	0,57	60,91	5,00
3	Sub-ramal	BV-BW (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	61,48	0,97	2,40	0,31	0,78	1,09	60,39	5,00
3	Sub-ramal	BW-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	64,39	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	64,11	5,00
3	Sub-ramal	BW-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	60,91	0,58	1,20	0,10	0,21	0,32	60,59	10,00
3	Ramal	BQ-BX (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,65	51,82	0,65	0,90	0,21	0,29	0,51	51,32	5,00
3	Ramal	BQ-BX (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,65	50,59	0,65	3,10	0,21	1,01	1,22	49,37	5,00
3	Ramal	BX-BY	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	49,37	0,15	1,20	0,06	0,44	0,50	48,87	5,00
3	Ramal	BY-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	50,87	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	50,72	5,00
3	Ramal	RE-BZ	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,78	58,52	0,78	1,20	0,29	0,44	0,73	57,79	5,00
3	Ramal	BZ-CA	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	57,79	0,20	2,40	0,07	0,89	0,96	56,82	5,00
3	Sub-ramal	CA-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	55,82	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	55,80	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	44,80	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	44,65	10,00
3	Ramal	CA-CB	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	60,82	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	60,31	5,00
3	Ramal	CB-CC	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	60,31	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	59,86	5,00
3	Ramal	CC-CD (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	59,86	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	59,31	5,00
3	Ramal	CC-CD (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	59,86	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	58,79	5,00
3	Sub-ramal	CD-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	62,79	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	62,51	5,00
3	Sub-ramal	CD-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	59,31	0,85	1,20	0,15	0,21	0,36	58,95	10,00
3	Ramal	BX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,20	53,32	0,20	0,30	0,05	0,07	0,12	53,20	5,00
3	Ramal	RE-CE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	73,50	2,03	1,50	0,50	0,37	0,86	72,63	5,00
3	Ramal	CE-CF (D)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	72,63	0,29	0,90	0,07	0,22	0,29	72,34	5,00
3	Ramal	CE-CF (L)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	72,63	0,29	3,10	0,07	0,76	0,83	71,80	5,00
3	Ramal	CF-CG	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	72,34	1,87	1,20	0,13	0,08	0,21	72,14	5,00
3	Ramal	CG-CI	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	72,14	0,12	1,20	0,01	0,08	0,09	72,05	5,00
3	Sub-ramal	CI-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	58,75	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	58,57	10,00
3	Ramal	CF-CJ	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	71,80	1,21	1,50	0,28	0,35	0,63	71,17	5,00
3	Ramal	CJ-CK	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	62,87	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	62,33	5,00
3	Ramal	CK-CL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	62,33	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	61,96	5,00
3	Ramal	CL-CM (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	58,96	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	58,68	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Ramal	CL-CM (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	58,96	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	58,17	5,00
3	Sub-ramal	CM-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	56,18	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	55,99	10,00
3	Sub-ramal	CM-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	58,17	0,324	1,50	0,05	0,22	0,27	57,90	10,00
APTO. 301																
3	Ramal	K-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	64,57	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	64,35	5,00
3	Ramal	RE-CN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	64,35	0,53	1,50	0,21	0,61	0,82	63,53	5,00
3	Ramal	CN-CO	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,35	50,03	1,35	1,50	0,55	0,61	1,15	48,88	5,00
3	Ramal	CO-CP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	48,88	0,20	1,50	0,08	0,61	0,69	48,19	5,00
3	Ramal	CP-CQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	48,19	0,96	0,70	0,39	0,28	0,67	47,52	5,00
3	Ramal	CQ-CR	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,52	2,57	0,70	1,04	0,28	1,32	46,20	5,00
3	Ramal	CR-CS (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	46,20	3,42	0,90	1,38	0,36	1,74	44,46	5,00
3	Ramal	CR-CS (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	46,20	3,42	3,10	1,38	1,25	2,63	43,57	5,00
3	Ramal	CS-CT (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	44,46	0,87	0,80	0,59	0,54	1,14	43,32	5,00
3	Ramal	CS-CT (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	44,46	0,87	2,40	0,59	1,63	2,22	42,23	5,00
3	Ramal	CT-CU	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	42,23	4,87	0,50	1,80	0,19	1,99	40,24	5,00
3	Ramal	CU-CV	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	40,24	1,45	1,20	0,54	0,44	0,98	39,26	5,00
3	Ramal	CV-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	47,76	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	47,37	5,00
3	Ramal	RE-CW (D)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	55,37	0,80	0,80	0,30	0,30	0,59	54,78	5,00
3	Ramal	RE-CW (L)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	55,37	0,80	2,40	0,30	0,89	1,19	54,19	5,00
3	Sub-ramal	CW-CX	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	54,19	0,25	1,20	0,02	0,08	0,10	54,09	5,00
3	Sub-ramal	CX-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	53,09	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	53,07	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	42,07	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	41,91	10,00
3	Ramal	CW-CY	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	58,78	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	58,26	5,00
3	Ramal	CY-CZ	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	58,26	0,11	1,20	0,04	0,39	0,42	57,84	5,00
3	Ramal	CZ-DA (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	57,84	0,31	0,80	0,10	0,26	0,36	57,48	5,00
3	Ramal	CZ-DA (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	57,84	0,31	2,40	0,10	0,78	0,88	56,96	5,00
3	Sub-ramal	DA-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	60,96	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	60,68	5,00
3	Sub-ramal	DA-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	57,48	0,93	1,20	0,16	0,21	0,38	57,10	10,00
3	Ramal	CT-DB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	43,32	0,61	1,20	0,23	0,44	0,67	42,65	5,00
3	Ramal	DB-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	51,15	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	50,76	5,00
3	Ramal	RE-DC	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	58,76	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	58,02	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Ramal	DC-DD	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	58,02	0,27	2,40	0,10	0,89	0,99	57,03	5,00
3	Sub-ramal	DD-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	56,03	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	56,01	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	45,01	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	44,85	10,00
3	Ramal	DD-DE	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	61,03	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	60,51	5,00
3	Ramal	DE-DF	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	60,51	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	60,06	5,00
3	Ramal	DF-DG (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	60,06	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	59,52	5,00
3	Ramal	DF-DG (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	60,06	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	59,00	5,00
3	Sub-ramal	DG-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	63,00	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	62,72	5,00
3	Sub-ramal	DG-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	59,52	0,49	1,20	0,09	0,21	0,30	59,22	10,00
3	Ramal	CS-DH	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	43,57	0,24	1,50	0,06	0,37	0,43	43,14	5,00
3	Ramal	DH-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	51,64	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	51,36	5,00
3	Ramal	RE-DI	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	71,66	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	70,41	5,00
3	Ramal	DI-DJ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	70,41	0,26	1,20	0,02	0,08	0,10	70,31	5,00
3	Ramal	DJ-DK	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	70,31	2,25	1,20	0,15	0,08	0,23	70,07	5,00
3	Sub-ramal	DK-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	56,77	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	56,60	10,00
3	Ramal	DI-DL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	70,41	0,91	1,50	0,21	0,35	0,56	69,85	5,00
3	Ramal	DL-DM	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	61,55	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	61,00	5,00
3	Ramal	DM-DN	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	61,00	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	60,63	5,00
3	Ramal	DN-DO (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	57,63	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	57,35	5,00
3	Ramal	DN-DO (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	57,63	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	56,84	5,00
3	Sub-ramal	DO-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	54,85	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	54,66	10,00
3	Sub-ramal	DO-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	56,84	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	56,57	10,00
APTO. 303																
3	Ramal	G-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,07	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	67,85	5,00
3	Ramal	RE-DP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	67,85	0,29	1,50	0,12	0,61	0,72	67,13	5,00
3	Ramal	DP-DQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-0,95	57,63	0,95	1,50	0,38	0,61	0,99	56,64	5,00
3	Ramal	DQ-DR	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	56,64	0,98	1,50	0,40	0,61	1,00	55,64	5,00
3	Ramal	DR-DS	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	55,64	0,80	1,50	0,32	0,61	0,93	54,71	5,00
3	Ramal	DS-DT	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	54,71	2,15	1,50	0,87	0,61	1,48	53,23	5,00
3	Ramal	DT-DU (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	53,23	0,41	0,90	0,17	0,36	0,53	52,70	5,00
3	Ramal	DT-DU (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	53,23	0,41	3,10	0,17	1,25	1,42	51,81	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Ramal	DU-DV	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	52,70	1,06	1,50	0,35	0,49	0,84	51,86	5,00
3	Ramal	DV-DW (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	51,86	1,41	0,90	0,46	0,29	0,75	51,11	5,00
3	Ramal	DV-DW (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	51,86	1,41	3,10	0,46	1,01	1,47	50,39	5,00
3	Ramal	DW-DX	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	51,11	2,22	1,50	0,54	0,37	0,91	50,20	5,00
3	Ramal	DX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	58,70	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	58,42	5,00
3	Ramal	RE-DY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	78,72	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	77,47	5,00
3	Ramal	DY-DZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	77,47	0,14	1,20	0,01	0,08	0,09	77,38	5,00
3	Ramal	DZ-EA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	77,38	2,05	1,20	0,14	0,08	0,22	77,16	5,00
3	Sub-ramal	EA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	63,86	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	63,69	10,00
3	Ramal	DU-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	60,31	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	59,92	5,00
3	Ramal	RE-EB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	67,92	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	67,18	5,00
3	Ramal	EB-EC	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	67,18	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	66,20	5,00
3	Sub-ramal	EC-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	65,20	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	65,18	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	54,18	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	54,02	10,00
3	Ramal	EC-ED	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	70,20	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	69,68	5,00
3	Ramal	ED-EE	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	69,68	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	69,23	5,00
3	Ramal	EE-EF (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	69,23	0,65	0,80	0,21	0,26	0,47	68,76	5,00
3	Ramal	EE-EF (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	69,23	0,65	2,40	0,21	0,78	0,99	68,24	5,00
3	Sub-ramal	EF-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	68,76	0,90	1,20	0,16	0,21	0,37	68,39	10,00
3	Sub-ramal	EF-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	72,24	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	71,96	5,00
3	Ramal	DW-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	58,89	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	58,51	5,00
3	Ramal	RE-EG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	66,51	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	65,76	5,00
3	Ramal	EG-EH	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	65,76	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	64,78	5,00
3	Sub-ramal	EH-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	63,78	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	63,76	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	52,76	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	52,61	10,00
3	Ramal	EH-EI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	68,78	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	68,27	5,00
3	Ramal	EI-EJ	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	68,27	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	67,81	5,00
3	Ramal	EJ-EK (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	67,81	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	67,27	5,00
3	Ramal	EJ-EK (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	67,81	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	66,75	5,00
3	Sub-ramal	EK-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	70,75	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	70,47	5,00
3	Sub-ramal	EK-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	67,27	0,54	1,20	0,10	0,21	0,31	66,96	10,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Ramal	DY-EL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	77,47	1,03	1,50	0,24	0,35	0,59	76,88	5,00
3	Ramal	EL-EM	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	68,58	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	68,04	5,00
3	Ramal	EM-EN	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	68,04	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	67,66	5,00
3	Ramal	EN-EO (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,30	70,66	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	70,38	5,00
3	Ramal	EN-EO (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,30	70,66	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	69,87	5,00
3	Sub-ramal	EO-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	67,88	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	67,70	10,00
3	Sub-ramal	EO-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	69,87	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	69,61	10,00
APTO. 306																
3	Ramal	J-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	65,30	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	65,09	5,00
3	Ramal	RE-EP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	65,09	0,46	1,50	0,19	0,61	0,79	64,29	5,00
3	Ramal	EP-EQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,25	51,79	1,25	1,50	0,51	0,61	1,11	50,68	5,00
3	Ramal	EQ-ER	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	50,68	0,47	1,50	0,19	0,61	0,80	49,88	5,00
3	Ramal	ER-ES	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	49,88	1,61	1,50	0,65	0,61	1,26	48,63	5,00
3	Ramal	ES-ET	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	48,63	2,06	1,50	0,83	0,61	1,44	47,18	5,00
3	Ramal	ET-EU (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,18	0,52	0,90	0,21	0,36	0,57	46,61	5,00
3	Ramal	ET-EU (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	47,18	0,52	3,10	0,21	1,25	1,46	45,72	5,00
3	Ramal	EU-EV	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	46,61	1,05	1,50	0,34	0,49	0,83	45,78	5,00
3	Ramal	EV-EW (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	45,78	1,41	0,90	0,46	0,29	0,75	45,03	5,00
3	Ramal	EV-EW (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	45,78	1,41	3,10	0,46	1,01	1,47	44,31	5,00
3	Ramal	EW-EX	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	45,03	2,32	1,50	0,57	0,37	0,93	44,09	5,00
3	Ramal	EX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	52,59	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	52,31	5,00
3	Ramal	RE-EY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	72,61	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	71,36	5,00
3	Ramal	EY-EZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	71,36	0,16	1,20	0,01	0,08	0,09	71,27	5,00
3	Ramal	EZ-FA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	71,27	2,05	1,20	0,14	0,08	0,22	71,05	5,00
3	Sub-ramal	FA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	57,75	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	57,58	10,00
3	Ramal	EY-FB	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	71,36	1,01	1,50	0,23	0,35	0,58	70,77	5,00
3	Ramal	FB-FC	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	62,47	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	61,93	5,00
3	Ramal	FC-FD	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	61,93	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	61,56	5,00
3	Ramal	FD-FE (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	58,56	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	58,28	5,00
3	Ramal	FD-FE (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	58,56	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	57,77	5,00
3	Sub-ramal	FE-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	55,78	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	55,59	10,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
3	Sub-ramal	FE-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	57,77	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	57,50	10,00
3	Ramal	EW-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	53,53	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	53,14	5,00
3	Ramal	RE-FF	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	61,14	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	60,40	5,00
3	Ramal	FF-FG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	60,40	0,24	2,40	0,09	0,89	0,98	59,42	5,00
3	Sub-ramal	FG-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	58,42	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	58,40	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	47,40	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	47,24	10,00
3	Sub-ramal	FG-FH	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	63,42	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	62,90	5,00
3	Sub-ramal	FH-FI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	62,90	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	62,45	5,00
3	Sub-ramal	FI-FJ (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	62,45	0,63	0,80	0,20	0,26	0,46	61,99	5,00
3	Sub-ramal	FI-FJ (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	62,45	0,63	2,40	0,20	0,78	0,98	61,47	5,00
3	Ramal	FJ-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	65,47	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	65,19	5,00
3	Ramal	FJ-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	61,99	0,87	1,20	0,15	0,21	0,37	61,62	10,00
3	Ramal	EU-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	55,11	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	54,72	5,00
3	Ramal	RE-FK	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	62,72	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	61,98	5,00
3	Ramal	FK-FL	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	61,98	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	61,00	5,00
3	Sub-ramal	FL-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	60,00	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	59,98	5,00
3	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	48,98	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	48,82	10,00
3	Ramal	FL-FM	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	65,00	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	64,48	5,00
3	Ramal	FM-FN	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	64,48	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	64,03	5,00
3	Ramal	FN-FO (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	64,03	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	63,48	5,00
3	Ramal	FN-FO (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	64,03	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	62,97	5,00
3	Sub-ramal	FO-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	66,97	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	66,68	5,00
3	Sub-ramal	FO-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	63,48	0,67	1,20	0,12	0,21	0,33	63,15	10,00
CAF - PAVIMENTO 3 AO 2																
3-2	CAF	K2-E3 (D)	38,4	1,86	32	2,31	1,16	2,38	92,22	2,38	1,50	2,76	1,74	4,50	87,72	5,00
3-2	CAF	K2-E3 (L)	38,4	1,86	32	2,31	1,16	2,38	73,72	2,38	4,60	2,76	5,33	8,09	65,63	5,00
2	CAF	E3-G (D)	35,2	1,78	32	2,21	1,07	0,10	88,72	0,10	1,50	0,11	1,61	1,72	87,00	5,00
2	CAF	E3-G (L)	35,2	1,78	32	2,21	1,07	0,10	88,72	0,10	4,60	0,11	4,94	5,05	83,67	5,00
2	CAF	G-H (D)	32	1,70	32	2,11	0,99	0,10	88,00	0,10	1,50	0,10	1,48	1,58	86,42	5,00
2	CAF	G-H (L)	32	1,70	32	2,11	0,99	0,10	88,00	0,10	4,60	0,10	4,55	4,65	83,36	5,00
2	CAF	H-I (D)	28,8	1,61	32	2,00	0,90	0,10	87,42	0,10	1,50	0,09	1,35	1,44	85,98	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	CAF	H-I (L)	28,8	1,61	32	2,00	0,90	0,10	87,42	0,10	4,60	0,09	4,15	4,24	83,19	5,00
2	CAF	I-J (D)	25,6	1,52	32	1,89	0,81	0,10	86,98	0,10	1,50	0,08	1,22	1,30	85,68	5,00
2	CAF	I-J (L)	25,6	1,52	32	1,89	0,81	0,10	86,98	0,10	4,60	0,08	3,74	3,82	83,16	5,00
2	CAF	J-K3 (D)	22,4	1,42	32	1,77	0,72	0,10	86,68	0,10	1,50	0,07	1,09	1,16	85,52	5,00
2	CAF	J-K3 (L)	22,4	1,42	32	1,77	0,72	0,10	86,68	0,10	4,60	0,07	3,33	3,40	83,28	5,00
APTO. 202																
2	Ramal	E2-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	65,63	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	65,42	5,00
2	Ramal	RE-N	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	65,42	0,22	1,50	0,09	0,61	0,70	64,72	5,00
2	Ramal	N-O	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-0,85	56,22	0,85	1,50	0,34	0,61	0,95	55,27	5,00
2	Ramal	O-P	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	55,27	0,49	1,50	0,20	0,61	0,80	54,47	5,00
2	Ramal	P-Q (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	54,47	3,64	0,90	1,47	0,36	1,84	52,63	5,00
2	Ramal	P-Q (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	54,47	3,64	3,10	1,47	1,25	2,73	51,74	5,00
2	Ramal	Q-R	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	51,74	1,03	1,50	0,25	0,37	0,62	51,12	5,00
2	Ramal	R-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	59,62	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	59,34	5,00
2	Ramal	RE-S (D)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,90	68,34	0,90	0,90	0,22	0,22	0,44	67,90	5,00
2	Ramal	RE-S (L)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,90	68,34	0,90	3,10	0,22	0,76	0,98	67,36	5,00
2	Ramal	S-T	0,1	0,09	20	0,30	0,07	1,13	79,20	1,13	1,20	0,08	0,08	0,16	79,05	5,00
2	Ramal	T-U	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	79,05	2,64	1,20	0,18	0,08	0,26	78,79	5,00
2	Sub-ramal	U-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	65,49	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	65,31	10,00
2	Sub-ramal	S-V	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	67,36	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	66,99	5,00
2	Sub-ramal	V-MLR (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	66,99	0,57	3,10	0,13	0,72	0,85	66,14	10,00
2	Sub-ramal	V-MLR (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	66,99	0,57	0,90	0,13	0,21	0,34	66,65	10,00
2	Sub-ramal	MLR-W	0,7	0,25	25	0,51	0,11	0,00	66,65	0,46	1,50	0,05	0,16	0,21	66,44	5,00
2	Sub-ramal	W-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	63,94	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	63,75	10,00
2	Ramal	Q-X	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	52,63	1,45	1,20	0,98	0,82	1,80	50,83	5,00
2	Ramal	X-Y (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,65	57,33	0,65	0,80	0,44	0,54	0,99	56,35	5,00
2	Ramal	X-Y (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,65	57,33	0,65	2,40	0,44	1,63	2,07	55,26	5,00
2	Ramal	Y-Z	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	56,35	0,15	1,20	0,06	0,44	0,50	55,85	5,00
2	Ramal	Z-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	57,85	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	57,70	5,00
2	Ramal	RE-AA	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	65,70	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	64,96	5,00
2	Ramal	AA-AB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	64,96	0,05	2,40	0,02	0,89	0,91	64,05	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Sub-ramal	AB-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	63,05	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	63,03	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	52,03	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	51,87	10,00
2	Ramal	AB-AC	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	68,05	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	67,53	5,00
2	Ramal	AC-AD (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	67,53	0,57	0,80	0,18	0,26	0,44	67,09	5,00
2	Ramal	AC-AD (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	67,53	0,57	2,40	0,18	0,78	0,96	66,57	5,00
2	Sub-ramal	AD-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	70,57	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	70,29	5,00
2	Sub-ramal	AD-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	67,09	0,91	1,20	0,16	0,21	0,37	66,71	10,00
2	Ramal	Y-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	58,35	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	58,20	5,00
2	Ramal	RE-AE (D)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	66,20	0,80	0,80	0,30	0,30	0,59	65,61	5,00
2	Ramal	RE-AE (L)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	66,20	0,80	2,40	0,30	0,89	1,19	65,01	5,00
2	Sub-ramal	AE-AF	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	65,01	0,17	1,20	0,01	0,08	0,09	64,92	5,00
2	Sub-ramal	AF-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	63,92	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	63,90	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	52,90	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	52,75	10,00
2	Ramal	AE-AG	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	69,61	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	69,09	5,00
2	Ramal	AG-AH (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	69,09	1,07	0,80	0,35	0,26	0,61	68,48	5,00
2	Ramal	AG-AH (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	69,09	1,07	2,40	0,35	0,78	1,13	67,96	5,00
2	Sub-ramal	AH-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	71,96	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	71,68	5,00
2	Sub-ramal	AH-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	68,48	0,55	1,20	0,10	0,21	0,31	68,17	10,00
APTO. 205																
2	Ramal	I-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,19	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	82,97	5,00
2	Ramal	RE-AI	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	82,97	0,40	1,50	0,16	0,61	0,77	82,20	5,00
2	Ramal	AI-AJ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,15	70,70	1,15	1,50	0,47	0,61	1,07	69,63	5,00
2	Ramal	AJ-AK	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	69,63	0,67	1,50	0,27	0,61	0,88	68,76	5,00
2	Ramal	AK-AL	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,76	1,35	1,50	0,55	0,61	1,15	67,60	5,00
2	Ramal	AL-AM	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	67,60	11,14	1,50	4,50	0,61	5,11	62,49	5,00
2	Ramal	AM-AN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	62,49	0,68	1,50	0,27	0,61	0,88	61,61	5,00
2	Ramal	AN-AO (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	61,61	1,31	0,90	0,53	0,36	0,89	60,72	5,00
2	Ramal	AN-AO (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	61,61	1,31	3,10	0,53	1,25	1,78	59,83	5,00
2	Ramal	AO-AP	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	60,72	2,01	1,20	1,37	0,82	2,18	58,54	5,00
2	Ramal	AP-AQ	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	58,54	1,31	1,20	0,89	0,82	1,71	56,83	5,00
2	Ramal	AQ-AR (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	56,83	0,27	0,80	0,18	0,54	0,73	56,10	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobre-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Ramal	AQ-AR (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	56,83	0,27	2,40	0,18	1,63	1,81	55,02	5,00
2	Ramal	AR-AS	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	56,10	5,05	1,20	1,87	0,44	2,32	53,79	5,00
2	Ramal	AS-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	62,29	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	61,90	5,00
2	Ramal	RE-AT	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	69,90	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	69,16	5,00
2	Ramal	AT-AU	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	69,16	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	68,14	5,00
2	Sub-ramal	AU-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,10	69,14	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	69,12	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	58,12	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	57,96	10,00
2	Ramal	AU-AV	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	72,14	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	71,62	5,00
2	Ramal	AV-AW	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	71,62	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	71,17	5,00
2	Ramal	AW-AX (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	71,17	0,92	0,80	0,30	0,26	0,56	70,61	5,00
2	Ramal	AW-AX (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	71,17	0,92	2,40	0,30	0,78	1,08	70,10	5,00
2	Sub-ramal	AX-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	74,10	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	73,81	5,00
2	Sub-ramal	AX-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	70,61	0,56	1,20	0,10	0,21	0,31	70,30	10,00
2	Ramal	AO-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,94	69,18	0,94	0,30	0,23	0,07	0,30	68,88	5,00
2	Ramal	RE-AY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	89,18	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	87,92	5,00
2	Ramal	AY-AZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	87,92	0,81	1,20	0,05	0,08	0,14	87,79	5,00
2	Ramal	AZ-BA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	87,79	2,14	1,20	0,14	0,08	0,23	87,56	5,00
2	Sub-ramal	BA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	74,26	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	74,09	10,00
2	Sub-ramal	AY-BB	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	87,92	1,03	1,50	0,24	0,35	0,59	87,34	5,00
2	Sub-ramal	BB-BC	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	79,04	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	78,49	5,00
2	Sub-ramal	BC-BD	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	78,49	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	78,12	5,00
2	Sub-ramal	BD-BE (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	75,12	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	74,84	5,00
2	Sub-ramal	BD-BE (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	75,12	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	74,33	5,00
2	Sub-ramal	BE-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	72,34	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	72,15	10,00
2	Sub-ramal	BE-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	74,33	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	74,06	10,00
2	Ramal	AR-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	63,52	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	63,13	5,00
2	Ramal	RE-BF	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	71,13	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	70,39	5,00
2	Ramal	BF-BG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	70,39	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	69,37	5,00
2	Sub-ramal	BG-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	68,37	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	68,35	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	57,35	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	57,19	10,00
2	Ramal	BG-BH	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	73,37	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	72,85	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Ramal	BH-BI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	72,85	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	72,40	5,00
2	Ramal	BI-BJ (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	72,40	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	71,86	5,00
2	Ramal	BI-BJ (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	72,40	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	71,34	5,00
2	Sub-ramal	BJ-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	75,34	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	75,05	5,00
2	Sub-ramal	BJ-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	71,86	0,67	1,20	0,12	0,21	0,33	71,53	10,00
APTO. 204																
2	Ramal	H-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,36	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	83,15	5,00
2	Ramal	RE-BK	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,15	0,34	1,50	0,14	0,61	0,75	82,40	5,00
2	Ramal	BK-BL	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,05	71,90	1,05	1,50	0,42	0,61	1,03	70,87	5,00
2	Ramal	BL-BM	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	70,87	0,83	1,50	0,34	0,61	0,94	69,93	5,00
2	Ramal	BM-BN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	69,93	0,98	1,50	0,40	0,61	1,00	68,92	5,00
2	Ramal	BN-BO	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,92	11,27	1,50	4,56	0,61	5,16	63,76	5,00
2	Ramal	BO-BP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	63,76	0,56	1,50	0,22	0,61	0,83	62,93	5,00
2	Ramal	BP-BQ (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	62,93	2,51	0,90	1,01	0,36	1,38	61,55	5,00
2	Ramal	BP-BQ (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	62,93	2,51	3,10	1,01	1,25	2,27	60,66	5,00
2	Ramal	BQ-BR	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	61,55	4,52	1,20	1,68	0,44	2,12	59,43	5,00
2	Ramal	BR-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	67,93	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	67,54	5,00
2	Ramal	RE-BS	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	75,54	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	74,80	5,00
2	Ramal	BS-BT	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	74,80	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	73,78	5,00
2	Sub-ramal	BT-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	72,78	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	72,76	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	61,76	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	61,61	10,00
2	Ramal	BT-BU	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	77,78	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	77,27	5,00
2	Ramal	BU-BV	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	77,27	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	76,82	5,00
2	Sub-ramal	BV-BW (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	76,82	0,97	0,80	0,31	0,26	0,57	76,24	5,00
2	Sub-ramal	BV-BW (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	76,82	0,97	2,40	0,31	0,78	1,09	75,73	5,00
2	Sub-ramal	BW-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	79,73	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	79,44	5,00
2	Sub-ramal	BW-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	76,24	0,58	1,20	0,10	0,21	0,32	75,93	10,00
2	Ramal	BQ-BX (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,65	67,16	0,65	0,90	0,21	0,29	0,51	66,66	5,00
2	Ramal	BQ-BX (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,65	65,93	0,65	3,10	0,21	1,01	1,22	64,71	5,00
2	Ramal	BX-BY	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	64,71	0,15	1,20	0,06	0,44	0,50	64,21	5,00
2	Ramal	BY-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	66,21	0,10	0,20	0,04	0,07	0,11	66,10	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Ramal	RE-BZ	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,78	73,90	0,78	1,20	0,29	0,44	0,73	73,16	5,00
2	Ramal	BZ-CA	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	73,16	0,20	2,40	0,07	0,89	0,96	72,20	5,00
2	Sub-ramal	CA-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	71,20	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	71,18	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	60,18	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	60,02	10,00
2	Ramal	CA-CB	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	76,20	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	75,68	5,00
2	Ramal	CB-CC	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	75,68	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	75,23	5,00
2	Ramal	CC-CD (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	75,23	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	74,69	5,00
2	Ramal	CC-CD (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	75,23	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	74,17	5,00
2	Sub-ramal	CD-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	78,17	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	77,89	5,00
2	Sub-ramal	CD-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	74,69	0,85	1,20	0,15	0,21	0,36	74,32	10,00
2	Ramal	BX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,20	68,66	0,20	0,30	0,05	0,07	0,12	68,53	5,00
2	Ramal	RE-CE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	88,83	2,03	1,50	0,50	0,37	0,86	87,97	5,00
2	Ramal	CE-CF (D)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	87,97	0,29	0,90	0,07	0,22	0,29	87,68	5,00
2	Ramal	CE-CF (L)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	87,97	0,29	3,10	0,07	0,76	0,83	87,14	5,00
2	Ramal	CF-CG	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	87,68	1,87	1,20	0,13	0,08	0,21	87,47	5,00
2	Ramal	CG-CI	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	87,47	0,12	1,20	0,01	0,08	0,09	87,38	5,00
2	Sub-ramal	CI-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	74,08	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	73,91	10,00
2	Ramal	CF-CJ	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	87,14	1,21	1,50	0,28	0,35	0,63	86,51	5,00
2	Ramal	CJ-CK	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	78,21	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	77,67	5,00
2	Ramal	CK-CL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	77,67	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	77,30	5,00
2	Ramal	CL-CM (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	74,30	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	74,02	5,00
2	Ramal	CL-CM (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	74,30	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	73,51	5,00
2	Sub-ramal	CM-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	71,52	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	71,33	10,00
2	Sub-ramal	CM-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	73,51	0,324	1,50	0,05	0,22	0,27	73,24	10,00
APTO. 201																
2	Ramal	K-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,28	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	83,07	5,00
2	Ramal	RE-CN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,07	0,53	1,50	0,21	0,61	0,82	82,25	5,00
2	Ramal	CN-CO	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,35	68,75	1,35	1,50	0,55	0,61	1,15	67,59	5,00
2	Ramal	CO-CP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	67,59	0,20	1,50	0,08	0,61	0,69	66,91	5,00
2	Ramal	CP-CQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	66,91	0,96	0,70	0,39	0,28	0,67	66,24	5,00
2	Ramal	CQ-CR	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	66,24	2,57	0,70	1,04	0,28	1,32	64,91	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Ramal	CR-CS (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	64,91	3,42	0,90	1,38	0,36	1,74	63,17	5,00
2	Ramal	CR-CS (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	64,91	3,42	3,10	1,38	1,25	2,63	62,28	5,00
2	Ramal	CS-CT (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	63,17	0,87	0,80	0,59	0,54	1,14	62,03	5,00
2	Ramal	CS-CT (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	63,17	0,87	2,40	0,59	1,63	2,22	60,95	5,00
2	Ramal	CT-CU	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	60,95	4,87	0,50	1,80	0,19	1,99	58,96	5,00
2	Ramal	CU-CV	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	58,96	1,45	1,20	0,54	0,44	0,98	57,98	5,00
2	Ramal	CV-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	66,48	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	66,09	5,00
2	Ramal	RE-CW (D)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	74,09	0,80	0,80	0,30	0,30	0,59	73,49	5,00
2	Ramal	RE-CW (L)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	74,09	0,80	2,40	0,30	0,89	1,19	72,90	5,00
2	Sub-ramal	CW-CX	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	72,90	0,25	1,20	0,02	0,08	0,10	72,80	5,00
2	Sub-ramal	CX-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	71,80	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	71,78	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	60,78	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	60,63	10,00
2	Ramal	CW-CY	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	77,49	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	76,98	5,00
2	Ramal	CY-CZ	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	76,98	0,11	1,20	0,04	0,39	0,42	76,55	5,00
2	Ramal	CZ-DA (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	76,55	0,31	0,80	0,10	0,26	0,36	76,19	5,00
2	Ramal	CZ-DA (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	76,55	0,31	2,40	0,10	0,78	0,88	75,67	5,00
2	Sub-ramal	DA-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	79,67	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	79,39	5,00
2	Sub-ramal	DA-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	76,19	0,93	1,20	0,16	0,21	0,38	75,82	10,00
2	Ramal	CT-DB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	62,03	0,61	1,20	0,23	0,44	0,67	61,36	5,00
2	Ramal	DB-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	69,86	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	69,47	5,00
2	Ramal	RE-DC	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	77,47	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	76,73	5,00
2	Ramal	DC-DD	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	76,73	0,27	2,40	0,10	0,89	0,99	75,74	5,00
2	Sub-ramal	DD-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	74,74	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	74,72	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	63,72	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	63,57	10,00
2	Ramal	DD-DE	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	79,74	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	79,22	5,00
2	Ramal	DE-DF	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	79,22	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	78,77	5,00
2	Ramal	DF-DG (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	78,77	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	78,23	5,00
2	Ramal	DF-DG (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	78,77	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	77,71	5,00
2	Sub-ramal	DG-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	81,71	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	81,43	5,00
2	Sub-ramal	DG-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	78,23	0,49	1,20	0,09	0,21	0,30	77,93	10,00
2	Ramal	CS-DH	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	62,28	0,24	1,50	0,06	0,37	0,43	61,85	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Ramal	DH-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	70,35	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	70,07	5,00
2	Ramal	RE-DI	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	90,37	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	89,12	5,00
2	Ramal	DI-DJ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	89,12	0,26	1,20	0,02	0,08	0,10	89,02	5,00
2	Ramal	DJ-DK	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	89,02	2,25	1,20	0,15	0,08	0,23	88,79	5,00
2	Sub-ramal	DK-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	75,49	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	75,32	10,00
2	Ramal	DI-DL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	89,12	0,91	1,50	0,21	0,35	0,56	88,56	5,00
2	Ramal	DL-DM	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	80,26	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	79,72	5,00
2	Ramal	DM-DN	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	79,72	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	79,34	5,00
2	Ramal	DN-DO (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	76,34	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	76,06	5,00
2	Ramal	DN-DO (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	76,34	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	75,55	5,00
2	Sub-ramal	DO-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	73,56	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	73,38	10,00
2	Sub-ramal	DO-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	75,55	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	75,29	10,00
APTO. 203																
2	Ramal	G-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,67	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	83,46	5,00
2	Ramal	RE-DP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,46	0,29	1,50	0,12	0,61	0,72	82,74	5,00
2	Ramal	DP-DQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-0,95	73,24	0,95	1,50	0,38	0,61	0,99	72,25	5,00
2	Ramal	DQ-DR	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	72,25	0,98	1,50	0,40	0,61	1,00	71,24	5,00
2	Ramal	DR-DS	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	71,24	0,80	1,50	0,32	0,61	0,93	70,31	5,00
2	Ramal	DS-DT	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	70,31	2,15	1,50	0,87	0,61	1,48	68,84	5,00
2	Ramal	DT-DU (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,84	0,41	0,90	0,17	0,36	0,53	68,31	5,00
2	Ramal	DT-DU (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,84	0,41	3,10	0,17	1,25	1,42	67,42	5,00
2	Ramal	DU-DV	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	68,31	1,06	1,50	0,35	0,49	0,84	67,47	5,00
2	Ramal	DV-DW (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	67,47	1,41	0,90	0,46	0,29	0,75	66,72	5,00
2	Ramal	DV-DW (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	67,47	1,41	3,10	0,46	1,01	1,47	66,00	5,00
2	Ramal	DW-DX	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	66,72	2,22	1,50	0,54	0,37	0,91	65,81	5,00
2	Ramal	DX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	74,31	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	74,03	5,00
2	Ramal	RE-DY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	94,33	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	93,07	5,00
2	Ramal	DY-DZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	93,07	0,14	1,20	0,01	0,08	0,09	92,98	5,00
2	Ramal	DZ-EA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	92,98	2,05	1,20	0,14	0,08	0,22	92,76	5,00
2	Sub-ramal	EA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	79,46	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	79,29	10,00
2	Ramal	DU-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	75,92	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	75,53	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Ramal	RE-EB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	83,53	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	82,79	5,00
2	Ramal	EB-EC	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	82,79	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	81,81	5,00
2	Sub-ramal	EC-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	80,81	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	80,79	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	69,79	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	69,63	10,00
2	Ramal	EC-ED	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	85,81	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	85,29	5,00
2	Ramal	ED-EE	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	85,29	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	84,84	5,00
2	Ramal	EE-EF (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	84,84	0,65	0,80	0,21	0,26	0,47	84,37	5,00
2	Ramal	EE-EF (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	84,84	0,65	2,40	0,21	0,78	0,99	83,85	5,00
2	Sub-ramal	EF-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	84,37	0,90	1,20	0,16	0,21	0,37	84,00	10,00
2	Sub-ramal	EF-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	87,85	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	87,57	5,00
2	Ramal	DW-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	74,50	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	74,11	5,00
2	Ramal	RE-EG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	82,11	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	81,37	5,00
2	Ramal	EG-EH	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	81,37	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	80,39	5,00
2	Sub-ramal	EH-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	79,39	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	79,37	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	68,37	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	68,22	10,00
2	Ramal	EH-EI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	84,39	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	83,87	5,00
2	Ramal	EI-EJ	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	83,87	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	83,42	5,00
2	Ramal	EJ-EK (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	83,42	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	82,88	5,00
2	Ramal	EJ-EK (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	83,42	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	82,36	5,00
2	Sub-ramal	EK-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	86,36	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	86,08	5,00
2	Sub-ramal	EK-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	82,88	0,54	1,20	0,10	0,21	0,31	82,57	10,00
2	Ramal	DY-EL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	93,07	1,03	1,50	0,24	0,35	0,59	92,49	5,00
2	Ramal	EL-EM	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	84,19	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	83,65	5,00
2	Ramal	EM-EN	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	83,65	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	83,27	5,00
2	Ramal	EN-EO (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,30	86,27	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	85,99	5,00
2	Ramal	EN-EO (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,30	86,27	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	85,48	5,00
2	Sub-ramal	EO-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	83,49	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	83,30	10,00
2	Sub-ramal	EO-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	85,48	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	85,21	10,00
APTO. 206																
2	Ramal	J-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,16	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	82,95	5,00
2	Ramal	RE-EP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	82,95	0,46	1,50	0,19	0,61	0,79	82,15	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Ramal	EP-EQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,25	69,65	1,25	1,50	0,51	0,61	1,11	68,54	5,00
2	Ramal	EQ-ER	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	68,54	0,47	1,50	0,19	0,61	0,80	67,75	5,00
2	Ramal	ER-ES	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	67,75	1,61	1,50	0,65	0,61	1,26	66,49	5,00
2	Ramal	ES-ET	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	66,49	2,06	1,50	0,83	0,61	1,44	65,05	5,00
2	Ramal	ET-EU (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	65,05	0,52	0,90	0,21	0,36	0,57	64,47	5,00
2	Ramal	ET-EU (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	65,05	0,52	3,10	0,21	1,25	1,46	63,58	5,00
2	Ramal	EU-EV	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	64,47	1,05	1,50	0,34	0,49	0,83	63,64	5,00
2	Ramal	EV-EW (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	63,64	1,41	0,90	0,46	0,29	0,75	62,89	5,00
2	Ramal	EV-EW (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	63,64	1,41	3,10	0,46	1,01	1,47	62,17	5,00
2	Ramal	EW-EX	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	62,89	2,32	1,50	0,57	0,37	0,93	61,95	5,00
2	Ramal	EX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	70,45	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	70,17	5,00
2	Ramal	RE-EY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	90,47	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	89,22	5,00
2	Ramal	EY-EZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	89,22	0,16	1,20	0,01	0,08	0,09	89,13	5,00
2	Ramal	EZ-FA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	89,13	2,05	1,20	0,14	0,08	0,22	88,91	5,00
2	Sub-ramal	FA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	75,61	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	75,44	10,00
2	Ramal	EY-FB	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	89,22	1,01	1,50	0,23	0,35	0,58	88,64	5,00
2	Ramal	FB-FC	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	80,34	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	79,79	5,00
2	Ramal	FC-FD	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	79,79	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	79,42	5,00
2	Ramal	FD-FE (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	76,42	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	76,14	5,00
2	Ramal	FD-FE (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	76,42	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	75,63	5,00
2	Sub-ramal	FE-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	73,64	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	73,45	10,00
2	Sub-ramal	FE-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	75,63	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	75,36	10,00
2	Ramal	EW-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	71,39	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	71,00	5,00
2	Ramal	RE-FF	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	79,00	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	78,26	5,00
2	Ramal	FF-FG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	78,26	0,24	2,40	0,09	0,89	0,98	77,28	5,00
2	Sub-ramal	FG-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	76,28	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	76,26	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	65,26	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	65,10	10,00
2	Sub-ramal	FG-FH	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	81,28	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	80,76	5,00
2	Sub-ramal	FH-FI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	80,76	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	80,31	5,00
2	Sub-ramal	FI-FJ (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	80,31	0,63	0,80	0,20	0,26	0,46	79,85	5,00
2	Sub-ramal	FI-FJ (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	80,31	0,63	2,40	0,20	0,78	0,98	79,33	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
2	Ramal	FJ-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	83,33	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	83,05	5,00
2	Ramal	FJ-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	79,85	0,87	1,20	0,15	0,21	0,37	79,48	10,00
2	Ramal	EU-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	72,97	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	72,58	5,00
2	Ramal	RE-FK	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	80,58	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	79,84	5,00
2	Ramal	FK-FL	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	79,84	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	78,86	5,00
2	Sub-ramal	FL-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	77,86	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	77,84	5,00
2	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	66,84	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	66,68	10,00
2	Ramal	FL-FM	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	82,86	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	82,34	5,00
2	Ramal	FM-FN	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	82,34	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	81,89	5,00
2	Ramal	FN-FO (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	81,89	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	81,35	5,00
2	Ramal	FN-FO (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	81,89	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	80,83	5,00
2	Sub-ramal	FO-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	84,83	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	84,55	5,00
2	Sub-ramal	FO-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	81,35	0,67	1,20	0,12	0,21	0,33	81,02	10,00
CAF - PAVIMENTO 2 AO 1																
2-1	CAF	K3-E2 (D)	19,2	1,31	32	1,63	0,63	2,38	109,32	2,38	1,50	1,50	0,95	2,45	106,87	5,00
2-1	CAF	K3-E2 (L)	19,2	1,31	32	1,63	0,63	2,38	73,72	2,38	4,60	1,50	2,91	4,41	69,31	5,00
1	CAF	E2-G (D)	16	1,20	32	1,49	0,54	0,10	107,87	0,10	1,50	0,05	0,81	0,86	107,01	5,00
1	CAF	E2-G (L)	16	1,20	32	1,49	0,54	0,10	107,87	0,10	4,60	0,05	2,48	2,53	105,34	5,00
1	CAF	G-H (D)	12,8	1,07	25	2,19	1,36	0,10	108,01	0,10	0,90	0,14	1,22	1,36	106,65	5,00
1	CAF	G-H (L)	12,8	1,07	25	2,19	1,36	0,10	108,01	0,10	3,10	0,14	4,22	4,35	103,65	5,00
1	CAF	H-I (D)	9,6	0,93	25	1,89	1,06	0,10	107,65	0,10	0,90	0,11	0,95	1,06	106,59	5,00
1	CAF	H-I (L)	9,6	0,93	25	1,89	1,06	0,10	107,65	0,10	3,10	0,11	3,28	3,38	104,26	5,00
1	CAF	I-J (D)	6,4	0,76	25	1,55	0,74	0,10	107,59	0,10	0,90	0,07	0,67	0,74	106,85	5,00
1	CAF	I-J (L)	6,4	0,76	25	1,55	0,74	0,10	107,59	0,10	3,10	0,07	2,30	2,37	105,22	5,00
1	CAF	J-K4 (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,10	107,85	0,10	3,10	0,04	1,25	1,29	106,55	5,00
APTO. 102																
1	Ramal	E2-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	69,31	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	69,10	5,00
1	Ramal	RE-N	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	69,10	0,22	1,50	0,09	0,61	0,70	68,40	5,00
1	Ramal	N-O	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-0,85	59,90	0,85	1,50	0,34	0,61	0,95	58,95	5,00
1	Ramal	O-P	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	58,95	0,49	1,50	0,20	0,61	0,80	58,15	5,00
1	Ramal	P-Q (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	58,15	3,64	0,90	1,47	0,36	1,84	56,31	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Ramal	P-Q (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	58,15	3,64	3,10	1,47	1,25	2,73	55,42	5,00
1	Ramal	Q-R	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	55,42	1,03	1,50	0,25	0,37	0,62	54,80	5,00
1	Ramal	R-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	63,30	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	63,02	5,00
1	Ramal	RE-S (D)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,90	72,02	0,90	0,90	0,22	0,22	0,44	71,58	5,00
1	Ramal	RE-S (L)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,90	72,02	0,90	3,10	0,22	0,76	0,98	71,04	5,00
1	Ramal	S-T	0,1	0,09	20	0,30	0,07	1,13	82,88	1,13	1,20	0,08	0,08	0,16	82,72	5,00
1	Ramal	T-U	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	82,72	2,64	1,20	0,18	0,08	0,26	82,47	5,00
1	Sub-ramal	U-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	69,17	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	68,99	10,00
1	Sub-ramal	S-V	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	71,04	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	70,67	5,00
1	Sub-ramal	V-MLR (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	70,67	0,57	3,10	0,13	0,72	0,85	69,82	10,00
1	Sub-ramal	V-MLR (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	70,67	0,57	0,90	0,13	0,21	0,34	70,33	10,00
1	Sub-ramal	MLR-W	0,7	0,25	25	0,51	0,11	0,00	70,33	0,46	1,50	0,05	0,16	0,21	70,12	5,00
1	Sub-ramal	W-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	67,62	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	67,43	10,00
1	Ramal	Q-X	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	56,31	1,45	1,20	0,98	0,82	1,80	54,51	5,00
1	Ramal	X-Y (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,65	61,01	0,65	0,80	0,44	0,54	0,99	60,03	5,00
1	Ramal	X-Y (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,65	61,01	0,65	2,40	0,44	1,63	2,07	58,94	5,00
1	Ramal	Y-Z	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	60,03	0,15	1,20	0,06	0,44	0,50	59,53	5,00
1	Ramal	Z-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	61,53	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	61,38	5,00
1	Ramal	RE-AA	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	69,38	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	68,64	5,00
1	Ramal	AA-AB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	68,64	0,05	2,40	0,02	0,89	0,91	67,73	5,00
1	Sub-ramal	AB-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	66,73	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	66,71	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	55,71	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	55,55	10,00
1	Ramal	AB-AC	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	71,73	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	71,21	5,00
1	Ramal	AC-AD (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	71,21	0,57	0,80	0,18	0,26	0,44	70,77	5,00
1	Ramal	AC-AD (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	71,21	0,57	2,40	0,18	0,78	0,96	70,25	5,00
1	Sub-ramal	AD-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	74,25	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	73,97	5,00
1	Sub-ramal	AD-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	70,77	0,91	1,20	0,16	0,21	0,37	70,39	10,00
1	Ramal	Y-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	62,03	0,20	0,20	0,07	0,07	0,15	61,88	5,00
1	Ramal	RE-AE (D)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	69,88	0,80	0,80	0,30	0,30	0,59	69,29	5,00
1	Ramal	RE-AE (L)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	69,88	0,80	2,40	0,30	0,89	1,19	68,69	5,00
1	Sub-ramal	AE-AF	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	68,69	0,17	1,20	0,01	0,08	0,09	68,60	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Sub-ramal	AF-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	67,60	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	67,58	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	56,58	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	56,42	10,00
1	Ramal	AE-AG	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	73,29	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	72,77	5,00
1	Ramal	AG-AH (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	72,77	1,07	0,80	0,35	0,26	0,61	72,16	5,00
1	Ramal	AG-AH (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	72,77	1,07	2,40	0,35	0,78	1,13	71,64	5,00
1	Sub-ramal	AH-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	75,64	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	75,36	5,00
1	Sub-ramal	AH-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	72,16	0,55	1,20	0,10	0,21	0,31	71,85	10,00
APTO. 105																
1	Ramal	I-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	104,26	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	104,05	5,00
1	Ramal	RE-AI	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	104,05	0,40	1,50	0,16	0,61	0,77	103,28	5,00
1	Ramal	AI-AJ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,15	91,78	1,15	1,50	0,47	0,61	1,07	90,71	5,00
1	Ramal	AJ-AK	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	90,71	0,67	1,50	0,27	0,61	0,88	89,83	5,00
1	Ramal	AK-AL	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	89,83	1,35	1,50	0,55	0,61	1,15	88,68	5,00
1	Ramal	AL-AM	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	88,68	11,14	1,50	4,50	0,61	5,11	83,57	5,00
1	Ramal	AM-AN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,57	0,68	1,50	0,27	0,61	0,88	82,69	5,00
1	Ramal	AN-AO (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	82,69	1,31	0,90	0,53	0,36	0,89	81,80	5,00
1	Ramal	AN-AO (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	82,69	1,31	3,10	0,53	1,25	1,78	80,91	5,00
1	Ramal	AO-AP	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	81,80	2,01	1,20	1,37	0,82	2,18	79,61	5,00
1	Ramal	AP-AQ	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	79,61	1,31	1,20	0,89	0,82	1,71	77,91	5,00
1	Ramal	AQ-AR (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	77,91	0,27	0,80	0,18	0,54	0,73	77,18	5,00
1	Ramal	AQ-AR (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	77,91	0,27	2,40	0,18	1,63	1,81	76,09	5,00
1	Ramal	AR-AS	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	77,18	5,05	1,20	1,87	0,44	2,32	74,86	5,00
1	Ramal	AS-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	83,36	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	82,98	5,00
1	Ramal	RE-AT	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	90,98	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	90,23	5,00
1	Ramal	AT-AU	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	90,23	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	89,22	5,00
1	Sub-ramal	AU-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,10	90,22	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	90,20	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	79,20	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	79,04	10,00
1	Ramal	AU-AV	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	93,22	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	92,70	5,00
1	Ramal	AV-AW	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	92,70	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	92,25	5,00
1	Ramal	AW-AX (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	92,25	0,92	0,80	0,30	0,26	0,56	91,69	5,00
1	Ramal	AW-AX (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	92,25	0,92	2,40	0,30	0,78	1,08	91,17	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Sub-ramal	AX-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	95,17	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	94,89	5,00
1	Sub-ramal	AX-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	91,69	0,56	1,20	0,10	0,21	0,31	91,38	10,00
1	Ramal	AO-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,94	90,26	0,94	0,30	0,23	0,07	0,30	89,96	5,00
1	Ramal	RE-AY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	110,26	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	109,00	5,00
1	Ramal	AY-AZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	109,00	0,81	1,20	0,05	0,08	0,14	108,87	5,00
1	Ramal	AZ-BA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	108,87	2,14	1,20	0,14	0,08	0,23	108,64	5,00
1	Sub-ramal	BA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	95,34	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	95,17	10,00
1	Sub-ramal	AY-BB	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	109,00	1,03	1,50	0,24	0,35	0,59	108,41	5,00
1	Sub-ramal	BB-BC	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	100,11	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	99,57	5,00
1	Sub-ramal	BC-BD	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	99,57	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	99,20	5,00
1	Sub-ramal	BD-BE (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	96,20	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	95,92	5,00
1	Sub-ramal	BD-BE (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	96,20	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	95,41	5,00
1	Sub-ramal	BE-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	93,42	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	93,23	10,00
1	Sub-ramal	BE-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	95,41	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	95,14	10,00
1	Ramal	AR-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	84,59	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	84,20	5,00
1	Ramal	RE-BF	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	92,20	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	91,46	5,00
1	Ramal	BF-BG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	91,46	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	90,45	5,00
1	Sub-ramal	BG-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	89,45	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	89,43	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	78,43	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	78,27	10,00
1	Ramal	BG-BH	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	94,45	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	93,93	5,00
1	Ramal	BH-BI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	93,93	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	93,48	5,00
1	Ramal	BI-BJ (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	93,48	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	92,93	5,00
1	Ramal	BI-BJ (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	93,48	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	92,41	5,00
1	Sub-ramal	BJ-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	96,41	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	96,13	5,00
1	Sub-ramal	BJ-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	92,93	0,67	1,20	0,12	0,21	0,33	92,60	10,00
APTO. 104																
1	Ramal	H-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	103,65	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	103,44	5,00
1	Ramal	RE-BK	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	103,44	0,34	1,50	0,14	0,61	0,75	102,70	5,00
1	Ramal	BK-BL	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,05	92,20	1,05	1,50	0,42	0,61	1,03	91,17	5,00
1	Ramal	BL-BM	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	91,17	0,83	1,50	0,34	0,61	0,94	90,22	5,00
1	Ramal	BM-BN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	90,22	0,98	1,50	0,40	0,61	1,00	89,22	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Ramal	BN-BO	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	89,22	11,27	1,50	4,56	0,61	5,16	84,06	5,00
1	Ramal	BO-BP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	84,06	0,56	1,50	0,22	0,61	0,83	83,23	5,00
1	Ramal	BP-BQ (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,23	2,51	0,90	1,01	0,36	1,38	81,85	5,00
1	Ramal	BP-BQ (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	83,23	2,51	3,10	1,01	1,25	2,27	80,96	5,00
1	Ramal	BQ-BR	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	81,85	4,52	1,20	1,68	0,44	2,12	79,73	5,00
1	Ramal	BR-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	88,23	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	87,84	5,00
1	Ramal	RE-BS	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	95,84	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	95,10	5,00
1	Ramal	BS-BT	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	95,10	0,34	2,40	0,13	0,89	1,02	94,08	5,00
1	Sub-ramal	BT-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	93,08	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	93,06	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	82,06	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	81,90	10,00
1	Ramal	BT-BU	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	98,08	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	97,56	5,00
1	Ramal	BU-BV	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	97,56	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	97,11	5,00
1	Sub-ramal	BV-BW (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	97,11	0,97	0,80	0,31	0,26	0,57	96,54	5,00
1	Sub-ramal	BV-BW (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	97,11	0,97	2,40	0,31	0,78	1,09	96,02	5,00
1	Sub-ramal	BW-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	100,02	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	99,74	5,00
1	Sub-ramal	BW-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	96,54	0,58	1,20	0,10	0,21	0,32	96,22	10,00
1	Ramal	BQ-BX (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,65	87,46	0,65	0,90	0,21	0,29	0,51	86,95	5,00
1	Ramal	BQ-BX (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,65	86,23	0,65	3,10	0,21	1,01	1,22	85,00	5,00
1	Ramal	BX-BY	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	85,00	0,15	1,20	0,06	0,44	0,50	84,50	5,00
1	Ramal	BY-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,20	86,50	0,10	0,20	0,04	0,07	0,11	86,39	5,00
1	Ramal	RE-BZ	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,78	94,19	0,78	1,20	0,29	0,44	0,73	93,46	5,00
1	Ramal	BZ-CA	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	93,46	0,20	2,40	0,07	0,89	0,96	92,50	5,00
1	Sub-ramal	CA-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	91,50	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	91,48	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	80,48	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	80,32	10,00
1	Ramal	CA-CB	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	96,50	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	95,98	5,00
1	Ramal	CB-CC	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	95,98	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	95,53	5,00
1	Ramal	CC-CD (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	95,53	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	94,98	5,00
1	Ramal	CC-CD (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	95,53	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	94,46	5,00
1	Sub-ramal	CD-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	98,46	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	98,18	5,00
1	Sub-ramal	CD-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	94,98	0,85	1,20	0,15	0,21	0,36	94,62	10,00
1	Ramal	BX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,20	88,95	0,20	0,30	0,05	0,07	0,12	88,83	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Ramal	RE-CE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	109,13	2,03	1,50	0,50	0,37	0,86	108,27	5,00
1	Ramal	CE-CF (D)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	108,27	0,29	0,90	0,07	0,22	0,29	107,98	5,00
1	Ramal	CE-CF (L)	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	108,27	0,29	3,10	0,07	0,76	0,83	107,44	5,00
1	Ramal	CF-CG	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	107,98	1,87	1,20	0,13	0,08	0,21	107,77	5,00
1	Ramal	CG-CI	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	107,77	0,12	1,20	0,01	0,08	0,09	107,68	5,00
1	Sub-ramal	CI-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	94,38	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	94,21	10,00
1	Ramal	CF-CJ	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	107,44	1,21	1,50	0,28	0,35	0,63	106,81	5,00
1	Ramal	CJ-CK	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	98,51	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	97,97	5,00
1	Ramal	CK-CL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	97,97	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	97,59	5,00
1	Ramal	CL-CM (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	94,59	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	94,31	5,00
1	Ramal	CL-CM (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	94,59	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	93,80	5,00
1	Sub-ramal	CM-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	91,81	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	91,63	10,00
1	Sub-ramal	CM-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	93,80	0,324	1,50	0,05	0,22	0,27	93,53	10,00
APTO. 101																
1	Ramal	K-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	106,55	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	106,34	5,00
1	Ramal	RE-CN	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	106,34	0,53	1,50	0,21	0,61	0,82	105,52	5,00
1	Ramal	CN-CO	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,35	92,02	1,35	1,50	0,55	0,61	1,15	90,87	5,00
1	Ramal	CO-CP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	90,87	0,20	1,50	0,08	0,61	0,69	90,18	5,00
1	Ramal	CP-CQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	90,18	0,96	0,70	0,39	0,28	0,67	89,51	5,00
1	Ramal	CQ-CR	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	89,51	2,57	0,70	1,04	0,28	1,32	88,19	5,00
1	Ramal	CR-CS (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	88,19	3,42	0,90	1,38	0,36	1,74	86,44	5,00
1	Ramal	CR-CS (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	88,19	3,42	3,10	1,38	1,25	2,63	85,55	5,00
1	Ramal	CS-CT (D)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	86,44	0,87	0,80	0,59	0,54	1,14	85,31	5,00
1	Ramal	CS-CT (L)	1,4	0,35	20	1,13	0,68	0,00	86,44	0,87	2,40	0,59	1,63	2,22	84,22	5,00
1	Ramal	CT-CU	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	84,22	4,87	0,50	1,80	0,19	1,99	82,23	5,00
1	Ramal	CU-CV	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	82,23	1,45	1,20	0,54	0,44	0,98	81,25	5,00
1	Ramal	CV-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	89,75	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	89,36	5,00
1	Ramal	RE-CW (D)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	97,36	0,80	0,80	0,30	0,30	0,59	96,77	5,00
1	Ramal	RE-CW (L)	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	97,36	0,80	2,40	0,30	0,89	1,19	96,18	5,00
1	Sub-ramal	CW-CX	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	96,18	0,25	1,20	0,02	0,08	0,10	96,08	5,00
1	Sub-ramal	CX-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	95,08	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	95,06	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	84,06	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	83,90	10,00
1	Ramal	CW-CY	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	100,77	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	100,25	5,00
1	Ramal	CY-CZ	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	100,25	0,11	1,20	0,04	0,39	0,42	99,82	5,00
1	Ramal	CZ-DA (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	99,82	0,31	0,80	0,10	0,26	0,36	99,47	5,00
1	Ramal	CZ-DA (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	99,82	0,31	2,40	0,10	0,78	0,88	98,95	5,00
1	Sub-ramal	DA-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	102,95	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	102,67	5,00
1	Sub-ramal	DA-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	99,47	0,93	1,20	0,16	0,21	0,38	99,09	10,00
1	Ramal	CT-DB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	85,31	0,61	1,20	0,23	0,44	0,67	84,64	5,00
1	Ramal	DB-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	93,14	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	92,75	5,00
1	Ramal	RE-DC	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	100,75	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	100,01	5,00
1	Ramal	DC-DD	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	100,01	0,27	2,40	0,10	0,89	0,99	99,02	5,00
1	Sub-ramal	DD-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	98,02	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	98,00	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	87,00	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	86,84	10,00
1	Ramal	DD-DE	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	103,02	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	102,50	5,00
1	Ramal	DE-DF	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	102,50	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	102,05	5,00
1	Ramal	DF-DG (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	102,05	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	101,50	5,00
1	Ramal	DF-DG (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	102,05	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	100,99	5,00
1	Sub-ramal	DG-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	104,99	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	104,70	5,00
1	Sub-ramal	DG-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	101,50	0,49	1,20	0,09	0,21	0,30	101,21	10,00
1	Ramal	CS-DH	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	85,55	0,24	1,50	0,06	0,37	0,43	85,13	5,00
1	Ramal	DH-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	93,63	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	93,35	5,00
1	Ramal	RE-DI	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	113,65	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	112,39	5,00
1	Ramal	DI-DJ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	112,39	0,26	1,20	0,02	0,08	0,10	112,30	5,00
1	Ramal	DJ-DK	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	112,30	2,25	1,20	0,15	0,08	0,23	112,06	5,00
1	Sub-ramal	DK-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	98,76	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	98,59	10,00
1	Ramal	DI-DL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	112,39	0,91	1,50	0,21	0,35	0,56	111,83	5,00
1	Ramal	DL-DM	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	103,53	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	102,99	5,00
1	Ramal	DM-DN	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	102,99	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	102,62	5,00
1	Ramal	DN-DO (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	99,62	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	99,34	5,00
1	Ramal	DN-DO (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	99,62	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	98,83	5,00
1	Sub-ramal	DO-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	96,84	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	96,65	10,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Sub-ramal	DO-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	98,83	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	98,56	10,00
APTO. 103																
1	Ramal	G-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	105,34	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	105,12	5,00
1	Ramal	RE-DP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	105,12	0,29	1,50	0,12	0,61	0,72	104,40	5,00
1	Ramal	DP-DQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-0,95	94,90	0,95	1,50	0,38	0,61	0,99	93,91	5,00
1	Ramal	DQ-DR	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	93,91	0,98	1,50	0,40	0,61	1,00	92,91	5,00
1	Ramal	DR-DS	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	92,91	0,80	1,50	0,32	0,61	0,93	91,98	5,00
1	Ramal	DS-DT	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	91,98	2,15	1,50	0,87	0,61	1,48	90,50	5,00
1	Ramal	DT-DU (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	90,50	0,41	0,90	0,17	0,36	0,53	89,97	5,00
1	Ramal	DT-DU (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	90,50	0,41	3,10	0,17	1,25	1,42	89,08	5,00
1	Ramal	DU-DV	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	89,97	1,06	1,50	0,35	0,49	0,84	89,14	5,00
1	Ramal	DV-DW (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	89,14	1,41	0,90	0,46	0,29	0,75	88,38	5,00
1	Ramal	DV-DW (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	89,14	1,41	3,10	0,46	1,01	1,47	87,67	5,00
1	Ramal	DW-DX	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	88,38	2,22	1,50	0,54	0,37	0,91	87,47	5,00
1	Ramal	DX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	95,97	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	95,69	5,00
1	Ramal	RE-DY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	115,99	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	114,74	5,00
1	Ramal	DY-DZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	114,74	0,14	1,20	0,01	0,08	0,09	114,65	5,00
1	Ramal	DZ-EA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	114,65	2,05	1,20	0,14	0,08	0,22	114,43	5,00
1	Sub-ramal	EA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	101,13	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	100,96	10,00
1	Ramal	DU-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	97,58	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	97,19	5,00
1	Ramal	RE-EB	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	105,19	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	104,45	5,00
1	Ramal	EB-EC	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	104,45	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	103,47	5,00
1	Sub-ramal	EC-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	102,47	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	102,45	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	91,45	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	91,29	10,00
1	Ramal	EC-ED	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	107,47	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	106,95	5,00
1	Ramal	ED-EE	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	106,95	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	106,50	5,00
1	Ramal	EE-EF (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	106,50	0,65	0,80	0,21	0,26	0,47	106,03	5,00
1	Ramal	EE-EF (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	106,50	0,65	2,40	0,21	0,78	0,99	105,51	5,00
1	Sub-ramal	EF-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	106,03	0,90	1,20	0,16	0,21	0,37	105,66	10,00
1	Sub-ramal	EF-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	109,51	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	109,23	5,00
1	Ramal	DW-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	96,17	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	95,78	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Ramal	RE-EG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	103,78	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	103,04	5,00
1	Ramal	EG-EH	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	103,04	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	102,05	5,00
1	Sub-ramal	EH-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	101,05	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	101,03	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	90,03	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	89,88	10,00
1	Ramal	EH-EI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	106,05	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	105,54	5,00
1	Ramal	EI-EJ	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	105,54	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	105,09	5,00
1	Ramal	EJ-EK (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	105,09	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	104,54	5,00
1	Ramal	EJ-EK (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	105,09	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	104,02	5,00
1	Sub-ramal	EK-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	108,02	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	107,74	5,00
1	Sub-ramal	EK-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	104,54	0,54	1,20	0,10	0,21	0,31	104,23	10,00
1	Ramal	DY-EL	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	114,74	1,03	1,50	0,24	0,35	0,59	114,15	5,00
1	Ramal	EL-EM	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	105,85	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	105,31	5,00
1	Ramal	EM-EN	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	105,31	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	104,93	5,00
1	Ramal	EN-EO (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,30	107,93	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	107,66	5,00
1	Ramal	EN-EO (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,30	107,93	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	107,14	5,00
1	Sub-ramal	EO-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	105,16	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	104,97	10,00
1	Sub-ramal	EO-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	107,14	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	106,88	10,00
APTO. 106																
1	Ramal	J-RE	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	105,22	0,22	0,30	0,09	0,12	0,21	105,00	5,00
1	Ramal	RE-EP	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	105,00	0,46	1,50	0,19	0,61	0,79	104,21	5,00
1	Ramal	EP-EQ	3,2	0,54	25	1,09	0,40	-1,25	91,71	1,25	1,50	0,51	0,61	1,11	90,60	5,00
1	Ramal	EQ-ER	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	90,60	0,47	1,50	0,19	0,61	0,80	89,80	5,00
1	Ramal	ER-ES	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	89,80	1,61	1,50	0,65	0,61	1,26	88,54	5,00
1	Ramal	ES-ET	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	88,54	2,06	1,50	0,83	0,61	1,44	87,10	5,00
1	Ramal	ET-EU (D)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	87,10	0,52	0,90	0,21	0,36	0,57	86,53	5,00
1	Ramal	ET-EU (L)	3,2	0,54	25	1,09	0,40	0,00	87,10	0,52	3,10	0,21	1,25	1,46	85,64	5,00
1	Ramal	EU-EV	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	86,53	1,05	1,50	0,34	0,49	0,83	85,70	5,00
1	Ramal	EV-EW (D)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	85,70	1,41	0,90	0,46	0,29	0,75	84,95	5,00
1	Ramal	EV-EW (L)	2,5	0,47	25	0,97	0,33	0,00	85,70	1,41	3,10	0,46	1,01	1,47	84,23	5,00
1	Ramal	EW-EX	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,00	84,95	2,32	1,50	0,57	0,37	0,93	84,01	5,00
1	Ramal	EX-RE	1,8	0,40	25	0,82	0,24	0,85	92,51	0,85	0,30	0,21	0,07	0,28	92,23	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Ramal	RE-EY	1,8	0,40	25	0,82	0,24	2,03	112,53	2,03	3,10	0,50	0,76	1,25	111,28	5,00
1	Ramal	EY-EZ	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	111,28	0,16	1,20	0,01	0,08	0,09	111,18	5,00
1	Ramal	EZ-FA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	0,00	111,18	2,05	1,20	0,14	0,08	0,22	110,97	5,00
1	Sub-ramal	FA-PIA	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,33	97,67	1,33	1,20	0,09	0,08	0,17	97,49	10,00
1	Ramal	EY-FB	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	111,28	1,01	1,50	0,23	0,35	0,58	110,69	5,00
1	Ramal	FB-FC	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,83	102,39	0,83	1,50	0,19	0,35	0,54	101,85	5,00
1	Ramal	FC-FD	1,7	0,39	25	0,80	0,23	0,00	101,85	0,11	1,50	0,03	0,35	0,37	101,48	5,00
1	Ramal	FD-FE (D)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	98,48	0,30	0,90	0,07	0,21	0,28	98,20	5,00
1	Ramal	FD-FE (L)	1,7	0,39	25	0,80	0,23	-0,30	98,48	0,30	3,10	0,07	0,72	0,79	97,69	5,00
1	Sub-ramal	FE-TLR	0,7	0,25	25	0,51	0,11	-0,25	95,70	0,25	1,50	0,03	0,16	0,19	95,51	10,00
1	Sub-ramal	FE-MLR	1,0	0,30	25	0,61	0,15	0,00	97,69	0,32	1,50	0,05	0,22	0,27	97,42	10,00
1	Ramal	EW-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	93,45	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	93,06	5,00
1	Ramal	RE-FF	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	101,06	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	100,32	5,00
1	Ramal	FF-FG	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	100,32	0,24	2,40	0,09	0,89	0,98	99,34	5,00
1	Sub-ramal	FG-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	98,34	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	98,32	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	87,32	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	87,16	10,00
1	Sub-ramal	FG-FH	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	103,34	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	102,82	5,00
1	Sub-ramal	FH-FI	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	102,82	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	102,37	5,00
1	Sub-ramal	FI-FJ (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	102,37	0,63	0,80	0,20	0,26	0,46	101,90	5,00
1	Sub-ramal	FI-FJ (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	102,37	0,63	2,40	0,20	0,78	0,98	101,39	5,00
1	Ramal	FJ-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	105,39	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	105,10	5,00
1	Ramal	FJ-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	101,90	0,87	1,20	0,15	0,21	0,37	101,54	10,00
1	Ramal	EU-RE	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,85	95,03	0,85	0,20	0,32	0,07	0,39	94,64	5,00
1	Ramal	RE-FK	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,80	102,64	0,80	1,20	0,30	0,44	0,74	101,90	5,00
1	Ramal	FK-FL	0,7	0,25	20	0,80	0,37	0,00	101,90	0,25	2,40	0,09	0,89	0,98	100,92	5,00
1	Sub-ramal	FL-RP	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-0,10	99,92	0,10	0,20	0,01	0,01	0,02	99,90	5,00
1	Sub-ramal	RP-CH	0,1	0,09	20	0,30	0,07	-1,10	88,90	1,10	1,20	0,07	0,08	0,16	88,74	10,00
1	Ramal	FL-FM	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,40	104,92	0,40	1,20	0,13	0,39	0,52	104,40	5,00
1	Ramal	FM-FN	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	104,40	0,19	1,20	0,06	0,39	0,45	103,95	5,00
1	Ramal	FN-FO (D)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	103,95	0,88	0,80	0,29	0,26	0,54	103,40	5,00
1	Ramal	FN-FO (L)	0,6	0,23	20	0,74	0,32	0,00	103,95	0,88	2,40	0,29	0,78	1,06	102,89	5,00

Pvto.	Identif.	Trecho	ΣP	Q	DN	v	Perda de carga unitária	Dif. de cota (desce+ sobe-)	Pressão disponível	Comp. da tubulação		Perdas de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização
										Real	Equiv.	Tubulação	Conexões	Total		
-	-	-	-	L/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
1	Sub-ramal	FO-VS	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,40	106,89	0,40	1,20	0,07	0,21	0,28	106,60	5,00
1	Sub-ramal	FO-LV	0,3	0,16	20	0,52	0,18	0,00	103,40	0,67	1,20	0,12	0,21	0,33	103,07	10,00

**APÊNDICE H – TABELA COMPARATIVA DE DIÂMETROS ENTRE EXCEL E
HYDROS**

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel mm	Hydros mm
Barrilete e RS	Barrilete	RS1-A	50	50
Barrilete e RS	Barrilete	A-B	50	50
Barrilete e RS	Barrilete	B-VESF1	50	50
Barrilete e RS	Barrilete	VESF1-C	50	50
Barrilete e RS	Barrilete	C-D	50	50
Barrilete e RS	Barrilete	RS2-L	50	50
Barrilete e RS	Barrilete	L-F	50	50
Barrilete e RS	Barrilete	F-VESF2	50	50
Barrilete e RS	Barrilete	VESF2-D	50	50
CAF - PAVIMENTO "BARRILETE E RS" AO 4				
Barrilete - 4	CAF	D-E (D)	40	40
4	CAF	E-G (D)	40	40
4	CAF	G-H (D)	40	40
4	CAF	H-I (D)	40	40
4	CAF	I-J (D)	40	40
4	CAF	J-K1 (D)	40	40
APTO. 402				
4	Ramal	E-RE	25	25
4	Ramal	RE-N	25	25
4	Ramal	N-O	25	25
4	Ramal	O-P	25	25
4	Ramal	P-Q (D)	25	25
4	Ramal	Q-R	25	25
4	Ramal	R-RE	25	25
4	Ramal	RE-S (D)	25	25
4	Ramal	S-T	20	20
4	Ramal	T-U	20	20
4	Sub-ramal	U-PIA	20	20
4	Sub-ramal	S-V	25	25
4	Sub-ramal	V-MLR (L)	25	25
4	Sub-ramal	MLR-W	25	25
4	Sub-ramal	W-TLR	25	25
4	Ramal	Q-X	20	20
4	Ramal	X-Y (D)	20	20
4	Ramal	Y-Z	20	20
4	Ramal	Z-RE	20	20
4	Ramal	RE-AA	20	20
4	Ramal	AA-AB	20	20
4	Sub-ramal	AB-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	AB-AC	20	20
4	Ramal	AC-AD (D)	20	20
4	Sub-ramal	AD-VS	20	20
4	Sub-ramal	AD-LV	20	20
4	Ramal	Y-RE	20	20
4	Ramal	RE-AE (D)	20	20
4	Sub-ramal	AE-AF	20	20
4	Sub-ramal	AF-RP	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel mm	Hydros mm
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	AE-AG	20	20
4	Ramal	AG-AH (D)	20	20
4	Sub-ramal	AH-VS	20	20
4	Sub-ramal	AH-LV	20	20
APTO. 405				
4	Ramal	I-RE	25	25
4	Ramal	RE-AI	25	25
4	Ramal	AI-AJ	25	25
4	Ramal	AJ-AK	25	25
4	Ramal	AK-AL	25	25
4	Ramal	AL-AM	25	25
4	Ramal	AM-AN	25	25
4	Ramal	AN-AO (D)	25	25
4	Ramal	AO-AP	20	20
4	Ramal	AP-AQ	20	20
4	Ramal	AQ-AR (D)	20	20
4	Ramal	AR-AS	20	20
4	Ramal	AS-RE	20	20
4	Ramal	RE-AT	20	20
4	Ramal	AT-AU	20	20
4	Sub-ramal	AU-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	AU-AV	20	20
4	Ramal	AV-AW	20	20
4	Ramal	AW-AX (D)	20	20
4	Sub-ramal	AX-VS	20	20
4	Sub-ramal	AX-LV	20	20
4	Ramal	AO-RE	25	25
4	Ramal	RE-AY	25	25
4	Ramal	AY-AZ	20	20
4	Ramal	AZ-BA	20	20
4	Sub-ramal	BA-PIA	20	20
4	Sub-ramal	AY-BB	25	25
4	Sub-ramal	BB-BC	25	25
4	Sub-ramal	BC-BD	25	25
4	Sub-ramal	BD-BE (D)	25	25
4	Sub-ramal	BE-TLR	25	25
4	Sub-ramal	BE-MLR	25	25
4	Ramal	AR-RE	20	20
4	Ramal	RE-BF	20	20
4	Ramal	BF-BG	20	20
4	Sub-ramal	BG-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	BG-BH	20	20
4	Ramal	BH-BI	20	20
4	Ramal	BI-BJ (D)	20	20
4	Sub-ramal	BJ-VS	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
4	Sub-ramal	BJ-LV	20	20
APTO. 404				
4	Ramal	H-RE	25	25
4	Ramal	RE-BK	25	25
4	Ramal	BK-BL	25	25
4	Ramal	BL-BM	25	25
4	Ramal	BM-BN	25	25
4	Ramal	BN-BO	25	25
4	Ramal	BO-BP	25	25
4	Ramal	BP-BQ (D)	25	25
4	Ramal	BQ-BR	20	20
4	Ramal	BR-RE	20	20
4	Ramal	RE-BS	20	20
4	Ramal	BS-BT	20	20
4	Sub-ramal	BT-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	BT-BU	20	20
4	Ramal	BU-BV	20	20
4	Sub-ramal	BV-BW (D)	20	20
4	Sub-ramal	BW-VS	20	20
4	Sub-ramal	BW-LV	20	20
4	Ramal	BQ-BX (D)	25	20
4	Ramal	BX-BY	20	20
4	Ramal	BY-RE	20	20
4	Ramal	RE-BZ	20	20
4	Ramal	BZ-CA	20	20
4	Sub-ramal	CA-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	CA-CB	20	20
4	Ramal	CB-CC	20	20
4	Ramal	CC-CD (D)	20	20
4	Sub-ramal	CD-VS	20	20
4	Sub-ramal	CD-LV	20	20
4	Ramal	BX-RE	25	25
4	Ramal	RE-CE	25	25
4	Ramal	CE-CF (D)	25	25
4	Ramal	CF-CG	20	20
4	Ramal	CG-CI	20	20
4	Sub-ramal	CI-PIA	20	20
4	Ramal	CF-CJ	25	25
4	Ramal	CJ-CK	25	25
4	Ramal	CK-CL	25	25
4	Ramal	CL-CM (D)	25	25
4	Sub-ramal	CM-TLR	25	25
4	Sub-ramal	CM-MLR	25	25
APTO. 401				
4	Ramal	K-RE	25	25
4	Ramal	RE-CN	25	25
4	Ramal	CN-CO	25	25
4	Ramal	CO-CP	25	25
4	Ramal	CP-CQ	25	25
4	Ramal	CQ-CR	25	25
4	Ramal	CR-CS (D)	25	25
4	Ramal	CS-CT (D)	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
4	Ramal	CT-CU	20	20
4	Ramal	CU-CV	20	20
4	Ramal	CV-RE	20	20
4	Ramal	RE-CW (D)	20	20
4	Sub-ramal	CW-CX	20	20
4	Sub-ramal	CX-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	CW-CY	20	20
4	Ramal	CY-CZ	20	20
4	Ramal	CZ-DA (D)	20	20
4	Sub-ramal	DA-VS	20	20
4	Sub-ramal	DA-LV	20	20
4	Ramal	CT-DB	20	20
4	Ramal	DB-RE	20	20
4	Ramal	RE-DC	20	20
4	Ramal	DC-DD	20	20
4	Sub-ramal	DD-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	DD-DE	20	20
4	Ramal	DE-DF	20	20
4	Ramal	DF-DG (D)	20	20
4	Sub-ramal	DG-VS	20	20
4	Sub-ramal	DG-LV	20	20
4	Ramal	CS-DH	25	25
4	Ramal	DH-RE	25	25
4	Ramal	RE-DI	25	25
4	Ramal	DI-DJ	20	20
4	Ramal	DJ-DK	20	20
4	Sub-ramal	DK-PIA	20	20
4	Ramal	DI-DL	25	25
4	Ramal	DL-DM	25	25
4	Ramal	DM-DN	25	25
4	Ramal	DN-DO (D)	25	25
4	Sub-ramal	DO-TLR	25	25
4	Sub-ramal	DO-MLR	25	25
APTO. 403				
4	Ramal	G-RE	25	25
4	Ramal	RE-DP	25	25
4	Ramal	DP-DQ	25	25
4	Ramal	DQ-DR	25	25
4	Ramal	DR-DS	25	25
4	Ramal	DS-DT	25	25
4	Ramal	DT-DU (D)	25	25
4	Ramal	DU-DV	25	25
4	Ramal	DV-DW (D)	25	25
4	Ramal	DW-DX	25	25
4	Ramal	DX-RE	25	25
4	Ramal	RE-DY	25	25
4	Ramal	DY-DZ	20	20
4	Ramal	DZ-EA	20	20
4	Sub-ramal	EA-PIA	20	20
4	Ramal	DU-RE	20	20
4	Ramal	RE-EB	20	20
4	Ramal	EB-EC	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
4	Sub-ramal	EC-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	EC-ED	20	20
4	Ramal	ED-EE	20	20
4	Ramal	EE-EF (D)	20	20
4	Sub-ramal	EF-LV	20	20
4	Sub-ramal	EF-VS	20	20
4	Ramal	DW-RE	20	20
4	Ramal	RE-EG	20	20
4	Ramal	EG-EH	20	20
4	Sub-ramal	EH-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	EH-EI	20	20
4	Ramal	EI-EJ	20	20
4	Ramal	EJ-EK (D)	20	20
4	Sub-ramal	EK-VS	20	20
4	Sub-ramal	EK-LV	20	20
4	Ramal	DY-EL	25	25
4	Ramal	EL-EM	25	25
4	Ramal	EM-EN	25	25
4	Ramal	EN-EO (D)	25	25
4	Sub-ramal	EO-TLR	25	25
4	Sub-ramal	EO-MLR	25	25
APTO. 406				
4	Ramal	J-RE	25	25
4	Ramal	RE-EP	25	25
4	Ramal	EP-EQ	25	25
4	Ramal	EQ-ER	25	25
4	Ramal	ER-ES	25	25
4	Ramal	ES-ET	25	25
4	Ramal	ET-EU (D)	25	25
4	Ramal	EU-EV	25	25
4	Ramal	EV-EW (D)	25	25
4	Ramal	EW-EX	25	25
4	Ramal	EX-RE	25	25
4	Ramal	RE-EY	25	25
4	Ramal	EY-EZ	20	20
4	Ramal	EZ-FA	20	20
4	Sub-ramal	FA-PIA	20	20
4	Ramal	EY-FB	25	25
4	Ramal	FB-FC	25	25
4	Ramal	FC-FD	25	25
4	Ramal	FD-FE (D)	25	25
4	Sub-ramal	FE-TLR	25	25
4	Sub-ramal	FE-MLR	25	25
4	Ramal	EW-RE	20	20
4	Ramal	RE-FF	20	20
4	Ramal	FF-FG	20	20
4	Sub-ramal	FG-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Sub-ramal	FG-FH	20	20
4	Sub-ramal	FH-FI	20	20
4	Sub-ramal	FI-FJ (D)	20	20
4	Ramal	FJ-VS	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
4	Ramal	FJ-LV	20	20
4	Ramal	EU-RE	20	20
4	Ramal	RE-FK	20	20
4	Ramal	FK-FL	20	20
4	Sub-ramal	FL-RP	20	20
4	Sub-ramal	RP-CH	20	20
4	Ramal	FL-FM	20	20
4	Ramal	FM-FN	20	20
4	Ramal	FN-FO (D)	20	20
4	Sub-ramal	FO-VS	20	20
4	Sub-ramal	FO-LV	20	20
CAF - PAVIMENTO 4 AO 3				
4-3	CAF	K1-E1 (D)	40	40
3	CAF	E1-G (D)	40	40
3	CAF	G-H (D)	40	40
3	CAF	H-I (D)	40	40
3	CAF	I-J (D)	32	40
3	CAF	J-K2 (D)	32	40
APTO. 302				
3	Ramal	E1-RE	25	25
3	Ramal	RE-N	25	25
3	Ramal	N-O	25	25
3	Ramal	O-P	25	25
3	Ramal	P-Q (D)	25	25
3	Ramal	Q-R	25	25
3	Ramal	R-RE	25	25
3	Ramal	RE-S (D)	25	25
3	Ramal	S-T	20	20
3	Ramal	T-U	20	20
3	Sub-ramal	U-PIA	20	20
3	Sub-ramal	S-V	25	25
3	Sub-ramal	V-MLR (L)	25	25
3	Sub-ramal	MLR-W	25	25
3	Sub-ramal	W-TLR	25	25
3	Ramal	Q-X	20	20
3	Ramal	X-Y (D)	20	20
3	Ramal	Y-Z	20	20
3	Ramal	Z-RE	20	20
3	Ramal	RE-AA	20	20
3	Ramal	AA-AB	20	20
3	Sub-ramal	AB-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	AB-AC	20	20
3	Ramal	AC-AD (D)	20	20
3	Sub-ramal	AD-VS	20	20
3	Sub-ramal	AD-LV	20	20
3	Ramal	Y-RE	20	20
3	Ramal	RE-AE (D)	20	20
3	Sub-ramal	AE-AF	20	20
3	Sub-ramal	AF-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	AE-AG	20	20
3	Ramal	AG-AH (D)	20	20
3	Sub-ramal	AH-VS	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
3	Sub-ramal	AH-LV	20	20
APTO. 305				
3	Ramal	I-RE	25	25
3	Ramal	RE-AI	25	25
3	Ramal	AI-AJ	25	25
3	Ramal	AJ-AK	25	25
3	Ramal	AK-AL	25	25
3	Ramal	AL-AM	25	25
3	Ramal	AM-AN	25	25
3	Ramal	AN-AO (D)	25	25
3	Ramal	AO-AP	20	20
3	Ramal	AP-AQ	20	20
3	Ramal	AQ-AR (D)	20	20
3	Ramal	AR-AS	20	20
3	Ramal	AS-RE	20	20
3	Ramal	RE-AT	20	20
3	Ramal	AT-AU	20	20
3	Sub-ramal	AU-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	AU-AV	20	20
3	Ramal	AV-AW	20	20
3	Ramal	AW-AX (D)	20	20
3	Sub-ramal	AX-VS	20	20
3	Sub-ramal	AX-LV	20	20
3	Ramal	AO-RE	25	25
3	Ramal	RE-AY	25	25
3	Ramal	AY-AZ	20	20
3	Ramal	AZ-BA	20	20
3	Sub-ramal	BA-PIA	20	20
3	Sub-ramal	AY-BB	25	25
3	Sub-ramal	BB-BC	25	25
3	Sub-ramal	BC-BD	25	25
3	Sub-ramal	BD-BE (D)	25	25
3	Sub-ramal	BE-TLR	25	25
3	Sub-ramal	BE-MLR	25	25
3	Ramal	AR-RE	20	20
3	Ramal	RE-BF	20	20
3	Ramal	BF-BG	20	20
3	Sub-ramal	BG-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	BG-BH	20	20
3	Ramal	BH-BI	20	20
3	Ramal	BI-BJ (D)	20	20
3	Sub-ramal	BJ-VS	20	20
3	Sub-ramal	BJ-LV	20	20
APTO. 304				
3	Ramal	H-RE	25	25
3	Ramal	RE-BK	25	25
3	Ramal	BK-BL	25	25
3	Ramal	BL-BM	25	25
3	Ramal	BM-BN	25	25
3	Ramal	BN-BO	25	25
3	Ramal	BO-BP	25	25
3	Ramal	BP-BQ (D)	25	25

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
3	Ramal	BQ-BR	20	20
3	Ramal	BR-RE	20	20
3	Ramal	RE-BS	20	20
3	Ramal	BS-BT	20	20
3	Sub-ramal	BT-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	BT-BU	20	20
3	Ramal	BU-BV	20	20
3	Sub-ramal	BV-BW (D)	20	20
3	Sub-ramal	BW-VS	20	20
3	Sub-ramal	BW-LV	20	20
3	Ramal	BQ-BX (D)	25	25
3	Ramal	BX-BY	20	20
3	Ramal	BY-RE	20	20
3	Ramal	RE-BZ	20	20
3	Ramal	BZ-CA	20	20
3	Sub-ramal	CA-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	CA-CB	20	20
3	Ramal	CB-CC	20	20
3	Ramal	CC-CD (D)	20	20
3	Sub-ramal	CD-VS	20	20
3	Sub-ramal	CD-LV	20	20
3	Ramal	BX-RE	25	25
3	Ramal	RE-CE	25	25
3	Ramal	CE-CF (D)	25	25
3	Ramal	CF-CG	20	20
3	Ramal	CG-CI	20	20
3	Sub-ramal	CI-PIA	20	20
3	Ramal	CF-CJ	25	25
3	Ramal	CJ-CK	25	25
3	Ramal	CK-CL	25	25
3	Ramal	CL-CM (D)	25	25
3	Sub-ramal	CM-TLR	25	25
3	Sub-ramal	CM-MLR	25	25
APTO. 301				
3	Ramal	K-RE	25	25
3	Ramal	RE-CN	25	25
3	Ramal	CN-CO	25	25
3	Ramal	CO-CP	25	25
3	Ramal	CP-CQ	25	25
3	Ramal	CQ-CR	25	25
3	Ramal	CR-CS (D)	25	25
3	Ramal	CS-CT (D)	20	20
3	Ramal	CT-CU	20	20
3	Ramal	CU-CV	20	20
3	Ramal	CV-RE	20	20
3	Ramal	RE-CW (D)	20	20
3	Sub-ramal	CW-CX	20	20
3	Sub-ramal	CX-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	CW-CY	20	20
3	Ramal	CY-CZ	20	20
3	Ramal	CZ-DA (D)	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
3	Sub-ramal	DA-VS	20	20
3	Sub-ramal	DA-LV	20	20
3	Ramal	CT-DB	20	20
3	Ramal	DB-RE	20	20
3	Ramal	RE-DC	20	20
3	Ramal	DC-DD	20	20
3	Sub-ramal	DD-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	DD-DE	20	20
3	Ramal	DE-DF	20	20
3	Ramal	DF-DG (D)	20	20
3	Sub-ramal	DG-VS	20	20
3	Sub-ramal	DG-LV	20	20
3	Ramal	CS-DH	25	25
3	Ramal	DH-RE	25	25
3	Ramal	RE-DI	25	25
3	Ramal	DI-DJ	20	20
3	Ramal	DJ-DK	20	20
3	Sub-ramal	DK-PIA	20	20
3	Ramal	DI-DL	25	25
3	Ramal	DL-DM	25	25
3	Ramal	DM-DN	25	25
3	Ramal	DN-DO (D)	25	25
3	Sub-ramal	DO-TLR	25	25
3	Sub-ramal	DO-MLR	25	25
APTO. 303				
3	Ramal	G-RE	25	25
3	Ramal	RE-DP	25	25
3	Ramal	DP-DQ	25	25
3	Ramal	DQ-DR	25	25
3	Ramal	DR-DS	25	25
3	Ramal	DS-DT	25	25
3	Ramal	DT-DU (D)	25	25
3	Ramal	DU-DV	25	25
3	Ramal	DV-DW (D)	25	25
3	Ramal	DW-DX	25	25
3	Ramal	DX-RE	25	25
3	Ramal	RE-DY	25	25
3	Ramal	DY-DZ	20	20
3	Ramal	DZ-EA	20	20
3	Sub-ramal	EA-PIA	20	20
3	Ramal	DU-RE	20	20
3	Ramal	RE-EB	20	20
3	Ramal	EB-EC	20	20
3	Sub-ramal	EC-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	EC-ED	20	20
3	Ramal	ED-EE	20	20
3	Ramal	EE-EF (D)	20	20
3	Sub-ramal	EF-LV	20	20
3	Sub-ramal	EF-VS	20	20
3	Ramal	DW-RE	20	20
3	Ramal	RE-EG	20	20
3	Ramal	EG-EH	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
3	Sub-ramal	EH-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	EH-EI	20	20
3	Ramal	EI-EJ	20	20
3	Ramal	EJ-EK (D)	20	20
3	Sub-ramal	EK-VS	20	20
3	Sub-ramal	EK-LV	20	20
3	Ramal	DY-EL	25	25
3	Ramal	EL-EM	25	25
3	Ramal	EM-EN	25	25
3	Ramal	EN-EO (D)	25	25
3	Sub-ramal	EO-TLR	25	25
3	Sub-ramal	EO-MLR	25	25
APTO. 306				
3	Ramal	J-RE	25	25
3	Ramal	RE-EP	25	25
3	Ramal	EP-EQ	25	25
3	Ramal	EQ-ER	25	25
3	Ramal	ER-ES	25	25
3	Ramal	ES-ET	25	25
3	Ramal	ET-EU (D)	25	25
3	Ramal	EU-EV	25	25
3	Ramal	EV-EW (D)	25	25
3	Ramal	EW-EX	25	25
3	Ramal	EX-RE	25	25
3	Ramal	RE-EY	25	25
3	Ramal	EY-EZ	20	20
3	Ramal	EZ-FA	20	20
3	Sub-ramal	FA-PIA	20	20
3	Ramal	EY-FB	25	25
3	Ramal	FB-FC	25	25
3	Ramal	FC-FD	25	25
3	Ramal	FD-FE (D)	25	25
3	Sub-ramal	FE-TLR	25	25
3	Sub-ramal	FE-MLR	25	25
3	Ramal	EW-RE	20	20
3	Ramal	RE-FF	20	20
3	Ramal	FF-FG	20	20
3	Sub-ramal	FG-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Sub-ramal	FG-FH	20	20
3	Sub-ramal	FH-FI	20	20
3	Sub-ramal	FI-FJ (D)	20	20
3	Ramal	FJ-VS	20	20
3	Ramal	FJ-LV	20	20
3	Ramal	EU-RE	20	20
3	Ramal	RE-FK	20	20
3	Ramal	FK-FL	20	20
3	Sub-ramal	FL-RP	20	20
3	Sub-ramal	RP-CH	20	20
3	Ramal	FL-FM	20	20
3	Ramal	FM-FN	20	20
3	Ramal	FN-FO (D)	20	20
3	Sub-ramal	FO-VS	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
3	Sub-ramal	FO-LV	20	20
CAF - PAVIMENTO 3 AO 2				
3-2	CAF	K2-E3 (D)	32	32
2	CAF	E3-G (D)	32	32
2	CAF	G-H (D)	32	32
2	CAF	H-I (D)	32	32
2	CAF	I-J (D)	32	32
2	CAF	J-K3 (D)	32	32
APTO. 202				
2	Ramal	E2-RE	25	25
2	Ramal	RE-N	25	25
2	Ramal	N-O	25	25
2	Ramal	O-P	25	25
2	Ramal	P-Q (D)	25	25
2	Ramal	Q-R	25	25
2	Ramal	R-RE	25	25
2	Ramal	RE-S (D)	25	25
2	Ramal	S-T	20	20
2	Ramal	T-U	20	20
2	Sub-ramal	U-PIA	20	20
2	Sub-ramal	S-V	25	25
2	Sub-ramal	V-MLR (L)	25	25
2	Sub-ramal	MLR-W	25	25
2	Sub-ramal	W-TLR	25	25
2	Ramal	Q-X	20	20
2	Ramal	X-Y (D)	20	20
2	Ramal	Y-Z	20	20
2	Ramal	Z-RE	20	20
2	Ramal	RE-AA	20	20
2	Ramal	AA-AB	20	20
2	Sub-ramal	AB-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	AB-AC	20	20
2	Ramal	AC-AD (D)	20	20
2	Sub-ramal	AD-VS	20	20
2	Sub-ramal	AD-LV	20	20
2	Ramal	Y-RE	20	20
2	Ramal	RE-AE (D)	20	20
2	Sub-ramal	AE-AF	20	20
2	Sub-ramal	AF-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	AE-AG	20	20
2	Ramal	AG-AH (D)	20	20
2	Sub-ramal	AH-VS	20	20
2	Sub-ramal	AH-LV	20	20
APTO. 205				
2	Ramal	I-RE	25	25
2	Ramal	RE-AI	25	25
2	Ramal	AI-AJ	25	25
2	Ramal	AJ-AK	25	25
2	Ramal	AK-AL	25	25
2	Ramal	AL-AM	25	25
2	Ramal	AM-AN	25	25
2	Ramal	AN-AO (D)	25	25

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
2	Ramal	AO-AP	20	20
2	Ramal	AP-AQ	20	20
2	Ramal	AQ-AR (D)	20	20
2	Ramal	AR-AS	20	20
2	Ramal	AS-RE	20	20
2	Ramal	RE-AT	20	20
2	Ramal	AT-AU	20	20
2	Sub-ramal	AU-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	AU-AV	20	20
2	Ramal	AV-AW	20	20
2	Ramal	AW-AX (D)	20	20
2	Sub-ramal	AX-VS	20	20
2	Sub-ramal	AX-LV	20	20
2	Ramal	AO-RE	25	25
2	Ramal	RE-AY	25	25
2	Ramal	AY-AZ	20	20
2	Ramal	AZ-BA	20	20
2	Sub-ramal	BA-PIA	20	20
2	Sub-ramal	AY-BB	25	25
2	Sub-ramal	BB-BC	25	25
2	Sub-ramal	BC-BD	25	25
2	Sub-ramal	BD-BE (D)	25	25
2	Sub-ramal	BE-TLR	25	25
2	Sub-ramal	BE-MLR	25	25
2	Ramal	AR-RE	20	20
2	Ramal	RE-BF	20	20
2	Ramal	BF-BG	20	20
2	Sub-ramal	BG-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	BG-BH	20	20
2	Ramal	BH-BI	20	20
2	Ramal	BI-BJ (D)	20	20
2	Sub-ramal	BJ-VS	20	20
2	Sub-ramal	BJ-LV	20	20
APTO. 204				
2	Ramal	H-RE	25	25
2	Ramal	RE-BK	25	25
2	Ramal	BK-BL	25	25
2	Ramal	BL-BM	25	25
2	Ramal	BM-BN	25	25
2	Ramal	BN-BO	25	25
2	Ramal	BO-BP	25	25
2	Ramal	BP-BQ (D)	25	25
2	Ramal	BQ-BR	20	20
2	Ramal	BR-RE	20	20
2	Ramal	RE-BS	20	20
2	Ramal	BS-BT	20	20
2	Sub-ramal	BT-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	BT-BU	20	20
2	Ramal	BU-BV	20	20
2	Sub-ramal	BV-BW (D)	20	20
2	Sub-ramal	BW-VS	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
2	Sub-ramal	BW-LV	20	20
2	Ramal	BQ-BX (D)	25	25
2	Ramal	BX-BY	20	20
2	Ramal	BY-RE	20	20
2	Ramal	RE-BZ	20	20
2	Ramal	BZ-CA	20	20
2	Sub-ramal	CA-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	CA-CB	20	20
2	Ramal	CB-CC	20	20
2	Ramal	CC-CD (D)	20	20
2	Sub-ramal	CD-VS	20	20
2	Sub-ramal	CD-LV	20	20
2	Ramal	BX-RE	25	25
2	Ramal	RE-CE	25	25
2	Ramal	CE-CF (D)	25	25
2	Ramal	CF-CG	20	20
2	Ramal	CG-CI	20	20
2	Sub-ramal	CI-PIA	20	20
2	Ramal	CF-CJ	25	25
2	Ramal	CJ-CK	25	25
2	Ramal	CK-CL	25	25
2	Ramal	CL-CM (D)	25	25
2	Sub-ramal	CM-TLR	25	25
2	Sub-ramal	CM-MLR	25	25
APTO. 201				
2	Ramal	K-RE	25	25
2	Ramal	RE-CN	25	25
2	Ramal	CN-CO	25	25
2	Ramal	CO-CP	25	25
2	Ramal	CP-CQ	25	25
2	Ramal	CQ-CR	25	25
2	Ramal	CR-CS (D)	25	25
2	Ramal	CS-CT (D)	20	20
2	Ramal	CT-CU	20	20
2	Ramal	CU-CV	20	20
2	Ramal	CV-RE	20	20
2	Ramal	RE-CW (D)	20	20
2	Sub-ramal	CW-CX	20	20
2	Sub-ramal	CX-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	CW-CY	20	20
2	Ramal	CY-CZ	20	20
2	Ramal	CZ-DA (D)	20	20
2	Sub-ramal	DA-VS	20	20
2	Sub-ramal	DA-LV	20	20
2	Ramal	CT-DB	20	20
2	Ramal	DB-RE	20	20
2	Ramal	RE-DC	20	20
2	Ramal	DC-DD	20	20
2	Sub-ramal	DD-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	DD-DE	20	20
2	Ramal	DE-DF	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
2	Ramal	DF-DG (D)	20	20
2	Sub-ramal	DG-VS	20	20
2	Sub-ramal	DG-LV	20	20
2	Ramal	CS-DH	25	25
2	Ramal	DH-RE	25	25
2	Ramal	RE-DI	25	25
2	Ramal	DI-DJ	20	20
2	Ramal	DJ-DK	20	20
2	Sub-ramal	DK-PIA	20	20
2	Ramal	DI-DL	25	25
2	Ramal	DL-DM	25	25
2	Ramal	DM-DN	25	25
2	Ramal	DN-DO (D)	25	25
2	Sub-ramal	DO-TLR	25	25
2	Sub-ramal	DO-MLR	25	25
APTO. 203				
2	Ramal	G-RE	25	25
2	Ramal	RE-DP	25	25
2	Ramal	DP-DQ	25	25
2	Ramal	DQ-DR	25	25
2	Ramal	DR-DS	25	25
2	Ramal	DS-DT	25	25
2	Ramal	DT-DU (D)	25	25
2	Ramal	DU-DV	25	25
2	Ramal	DV-DW (D)	25	25
2	Ramal	DW-DX	25	25
2	Ramal	DX-RE	25	25
2	Ramal	RE-DY	25	25
2	Ramal	DY-DZ	20	20
2	Ramal	DZ-EA	20	20
2	Sub-ramal	EA-PIA	20	20
2	Ramal	DU-RE	20	20
2	Ramal	RE-EB	20	20
2	Ramal	EB-EC	20	20
2	Sub-ramal	EC-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	EC-ED	20	20
2	Ramal	ED-EE	20	20
2	Ramal	EE-EF (D)	20	20
2	Sub-ramal	EF-LV	20	20
2	Sub-ramal	EF-VS	20	20
2	Ramal	DW-RE	20	20
2	Ramal	RE-EG	20	20
2	Ramal	EG-EH	20	20
2	Sub-ramal	EH-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	EH-EI	20	20
2	Ramal	EI-EJ	20	20
2	Ramal	EJ-EK (D)	20	20
2	Sub-ramal	EK-VS	20	20
2	Sub-ramal	EK-LV	20	20
2	Ramal	DY-EL	25	25
2	Ramal	EL-EM	25	25
2	Ramal	EM-EN	25	25

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
2	Ramal	EN-EO (D)	25	25
2	Sub-ramal	EO-TLR	25	25
2	Sub-ramal	EO-MLR	25	25
APTO. 206				
2	Ramal	J-RE	25	25
2	Ramal	RE-EP	25	25
2	Ramal	EP-EQ	25	25
2	Ramal	EQ-ER	25	25
2	Ramal	ER-ES	25	25
2	Ramal	ES-ET	25	25
2	Ramal	ET-EU (D)	25	25
2	Ramal	EU-EV	25	25
2	Ramal	EV-EW (D)	25	25
2	Ramal	EW-EX	25	25
2	Ramal	EX-RE	25	25
2	Ramal	RE-EY	25	25
2	Ramal	EY-EZ	20	20
2	Ramal	EZ-FA	20	20
2	Sub-ramal	FA-PIA	20	20
2	Ramal	EY-FB	25	25
2	Ramal	FB-FC	25	25
2	Ramal	FC-FD	25	25
2	Ramal	FD-FE (D)	25	25
2	Sub-ramal	FE-TLR	25	25
2	Sub-ramal	FE-MLR	25	25
2	Ramal	EW-RE	20	20
2	Ramal	RE-FF	20	20
2	Ramal	FF-FG	20	20
2	Sub-ramal	FG-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Sub-ramal	FG-FH	20	20
2	Sub-ramal	FH-FI	20	20
2	Sub-ramal	FI-FJ (D)	20	20
2	Ramal	FJ-VS	20	20
2	Ramal	FJ-LV	20	20
2	Ramal	EU-RE	20	20
2	Ramal	RE-FK	20	20
2	Ramal	FK-FL	20	20
2	Sub-ramal	FL-RP	20	20
2	Sub-ramal	RP-CH	20	20
2	Ramal	FL-FM	20	20
2	Ramal	FM-FN	20	20
2	Ramal	FN-FO (D)	20	20
2	Sub-ramal	FO-VS	20	20
2	Sub-ramal	FO-LV	20	20
CAF - PAVIMENTO 2 AO 1				
2-1	CAF	K3-E2 (D)	32	32
1	CAF	E2-G (D)	32	25
1	CAF	G-H (D)	25	25
1	CAF	H-I (D)	25	25
1	CAF	I-J (D)	25	25
1	CAF	J-K4 (L)	25	25
APTO. 102				
1	Ramal	E2-RE	25	25

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
1	Ramal	RE-N	25	25
1	Ramal	N-O	25	25
1	Ramal	O-P	25	25
1	Ramal	P-Q (D)	25	25
1	Ramal	Q-R	25	25
1	Ramal	R-RE	25	25
1	Ramal	RE-S (D)	25	25
1	Ramal	S-T	20	20
1	Ramal	T-U	20	20
1	Sub-ramal	U-PIA	20	20
1	Sub-ramal	S-V	25	25
1	Sub-ramal	V-MLR (L)	25	25
1	Sub-ramal	MLR-W	25	25
1	Sub-ramal	W-TLR	25	25
1	Ramal	Q-X	20	20
1	Ramal	X-Y (D)	20	20
1	Ramal	Y-Z	20	20
1	Ramal	Z-RE	20	20
1	Ramal	RE-AA	20	20
1	Ramal	AA-AB	20	20
1	Sub-ramal	AB-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	AB-AC	20	20
1	Ramal	AC-AD (D)	20	20
1	Sub-ramal	AD-VS	20	20
1	Sub-ramal	AD-LV	20	20
1	Ramal	Y-RE	20	20
1	Ramal	RE-AE (D)	20	20
1	Sub-ramal	AE-AF	20	20
1	Sub-ramal	AF-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	AE-AG	20	20
1	Ramal	AG-AH (D)	20	20
1	Sub-ramal	AH-VS	20	20
1	Sub-ramal	AH-LV	20	20
APTO. 105				
1	Ramal	I-RE	25	25
1	Ramal	RE-AI	25	25
1	Ramal	AI-AJ	25	25
1	Ramal	AJ-AK	25	25
1	Ramal	AK-AL	25	25
1	Ramal	AL-AM	25	25
1	Ramal	AM-AN	25	25
1	Ramal	AN-AO (D)	25	25
1	Ramal	AO-AP	20	20
1	Ramal	AP-AQ	20	20
1	Ramal	AQ-AR (D)	20	20
1	Ramal	AR-AS	20	20
1	Ramal	AS-RE	20	20
1	Ramal	RE-AT	20	20
1	Ramal	AT-AU	20	20
1	Sub-ramal	AU-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	AU-AV	20	20

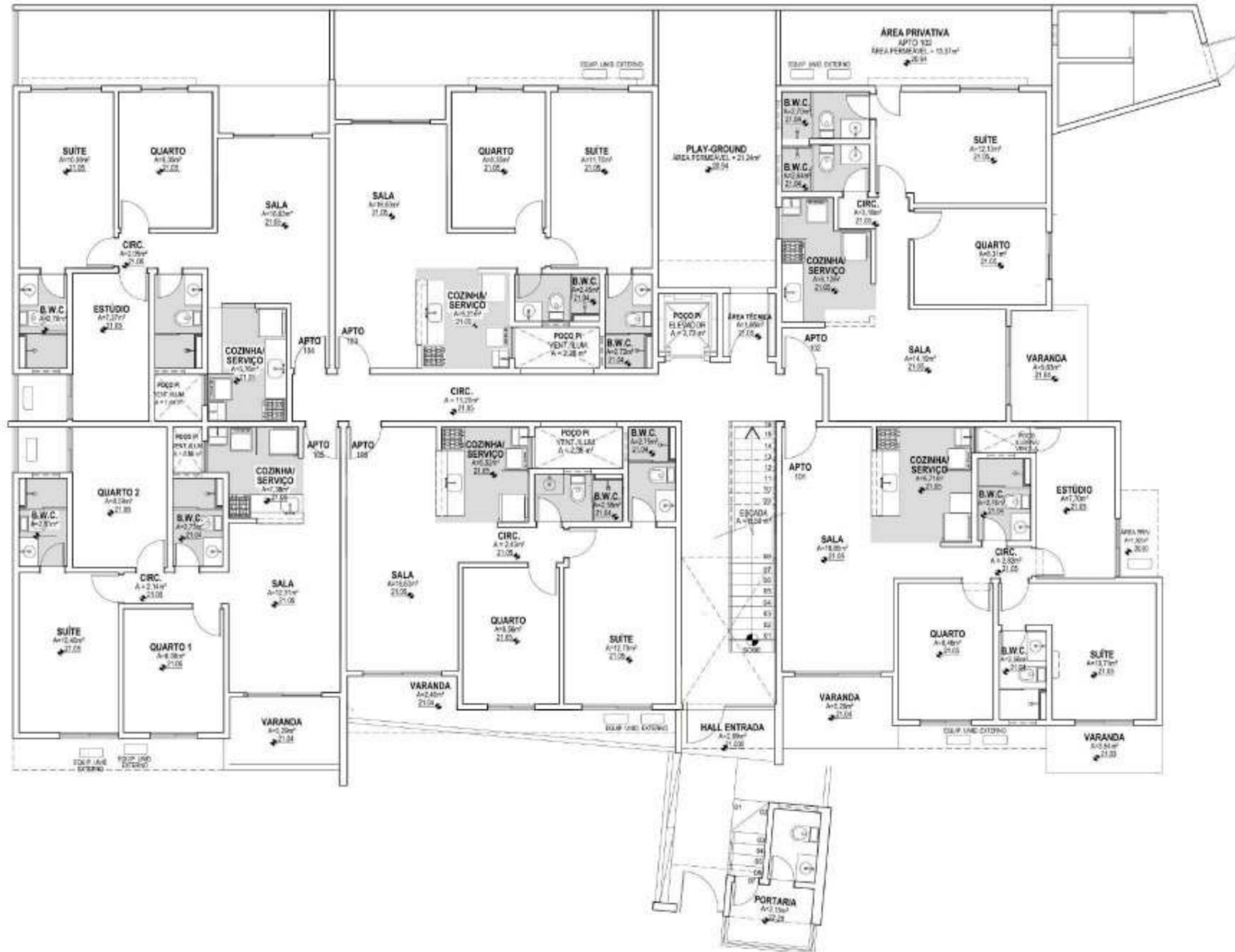
Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
1	Ramal	AV-AW	20	20
1	Ramal	AW-AX (D)	20	20
1	Sub-ramal	AX-VS	20	20
1	Sub-ramal	AX-LV	20	20
1	Ramal	AO-RE	25	25
1	Ramal	RE-AY	25	25
1	Ramal	AY-AZ	20	20
1	Ramal	AZ-BA	20	20
1	Sub-ramal	BA-PIA	20	20
1	Sub-ramal	AY-BB	25	25
1	Sub-ramal	BB-BC	25	25
1	Sub-ramal	BC-BD	25	25
1	Sub-ramal	BD-BE (D)	25	25
1	Sub-ramal	BE-TLR	25	25
1	Sub-ramal	BE-MLR	25	25
1	Ramal	AR-RE	20	20
1	Ramal	RE-BF	20	20
1	Ramal	BF-BG	20	20
1	Sub-ramal	BG-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	BG-BH	20	20
1	Ramal	BH-BI	20	20
1	Ramal	BI-BJ (D)	20	20
1	Sub-ramal	BJ-VS	20	20
1	Sub-ramal	BJ-LV	20	20
APTO. 104				
1	Ramal	H-RE	25	25
1	Ramal	RE-BK	25	25
1	Ramal	BK-BL	25	25
1	Ramal	BL-BM	25	25
1	Ramal	BM-BN	25	25
1	Ramal	BN-BO	25	25
1	Ramal	BO-BP	25	25
1	Ramal	BP-BQ (D)	25	25
1	Ramal	BQ-BR	20	20
1	Ramal	BR-RE	20	20
1	Ramal	RE-BS	20	20
1	Ramal	BS-BT	20	20
1	Sub-ramal	BT-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	BT-BU	20	20
1	Ramal	BU-BV	20	20
1	Sub-ramal	BV-BW (D)	20	20
1	Sub-ramal	BW-VS	20	20
1	Sub-ramal	BW-LV	20	20
1	Ramal	BQ-BX (D)	25	25
1	Ramal	BX-BY	20	20
1	Ramal	BY-RE	20	20
1	Ramal	RE-BZ	20	20
1	Ramal	BZ-CA	20	20
1	Sub-ramal	CA-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	CA-CB	20	20
1	Ramal	CB-CC	20	20

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
1	Ramal	CC-CD (D)	20	20
1	Sub-ramal	CD-VS	20	20
1	Sub-ramal	CD-LV	20	20
1	Ramal	BX-RE	25	25
1	Ramal	RE-CE	25	25
1	Ramal	CE-CF (D)	25	25
1	Ramal	CF-CG	20	20
1	Ramal	CG-CI	20	20
1	Sub-ramal	CI-PIA	20	20
1	Ramal	CF-CJ	25	25
1	Ramal	CJ-CK	25	25
1	Ramal	CK-CL	25	25
1	Ramal	CL-CM (D)	25	25
1	Sub-ramal	CM-TLR	25	25
1	Sub-ramal	CM-MLR	25	25
APTO. 101				
1	Ramal	K-RE	25	25
1	Ramal	RE-CN	25	25
1	Ramal	CN-CO	25	25
1	Ramal	CO-CP	25	25
1	Ramal	CP-CQ	25	25
1	Ramal	CQ-CR	25	25
1	Ramal	CR-CS (D)	25	25
1	Ramal	CS-CT (D)	20	20
1	Ramal	CT-CU	20	20
1	Ramal	CU-CV	20	20
1	Ramal	CV-RE	20	20
1	Ramal	RE-CW (D)	20	20
1	Sub-ramal	CW-CX	20	20
1	Sub-ramal	CX-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	CW-CY	20	20
1	Ramal	CY-CZ	20	20
1	Ramal	CZ-DA (D)	20	20
1	Sub-ramal	DA-VS	20	20
1	Sub-ramal	DA-LV	20	20
1	Ramal	CT-DB	20	20
1	Ramal	DB-RE	20	20
1	Ramal	RE-DC	20	20
1	Ramal	DC-DD	20	20
1	Sub-ramal	DD-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	DD-DE	20	20
1	Ramal	DE-DF	20	20
1	Ramal	DF-DG (D)	20	20
1	Sub-ramal	DG-VS	20	20
1	Sub-ramal	DG-LV	20	20
1	Ramal	CS-DH	25	25
1	Ramal	DH-RE	25	25
1	Ramal	RE-DI	25	25
1	Ramal	DI-DJ	20	20
1	Ramal	DJ-DK	20	20
1	Sub-ramal	DK-PIA	20	20
1	Ramal	DI-DL	25	25

Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
1	Ramal	DL-DM	25	25
1	Ramal	DM-DN	25	25
1	Ramal	DN-DO (D)	25	25
1	Sub-ramal	DO-TLR	25	25
1	Sub-ramal	DO-MLR	25	25
APTO. 103				
1	Ramal	G-RE	25	25
1	Ramal	RE-DP	25	25
1	Ramal	DP-DQ	25	25
1	Ramal	DQ-DR	25	25
1	Ramal	DR-DS	25	25
1	Ramal	DS-DT	25	25
1	Ramal	DT-DU (D)	25	25
1	Ramal	DU-DV	25	25
1	Ramal	DV-DW (D)	25	25
1	Ramal	DW-DX	25	25
1	Ramal	DX-RE	25	25
1	Ramal	RE-DY	25	25
1	Ramal	DY-DZ	20	20
1	Ramal	DZ-EA	20	20
1	Sub-ramal	EA-PIA	20	20
1	Ramal	DU-RE	20	20
1	Ramal	RE-EB	20	20
1	Ramal	EB-EC	20	20
1	Sub-ramal	EC-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	EC-ED	20	20
1	Ramal	ED-EE	20	20
1	Ramal	EE-EF (D)	20	20
1	Sub-ramal	EF-LV	20	20
1	Sub-ramal	EF-VS	20	20
1	Ramal	DW-RE	20	20
1	Ramal	RE-EG	20	20
1	Ramal	EG-EH	20	20
1	Sub-ramal	EH-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	EH-EI	20	20
1	Ramal	EI-EJ	20	20
1	Ramal	EJ-EK (D)	20	20
1	Sub-ramal	EK-VS	20	20
1	Sub-ramal	EK-LV	20	20
1	Ramal	DY-EL	25	25
1	Ramal	EL-EM	25	25
1	Ramal	EM-EN	25	25
1	Ramal	EN-EO (D)	25	25

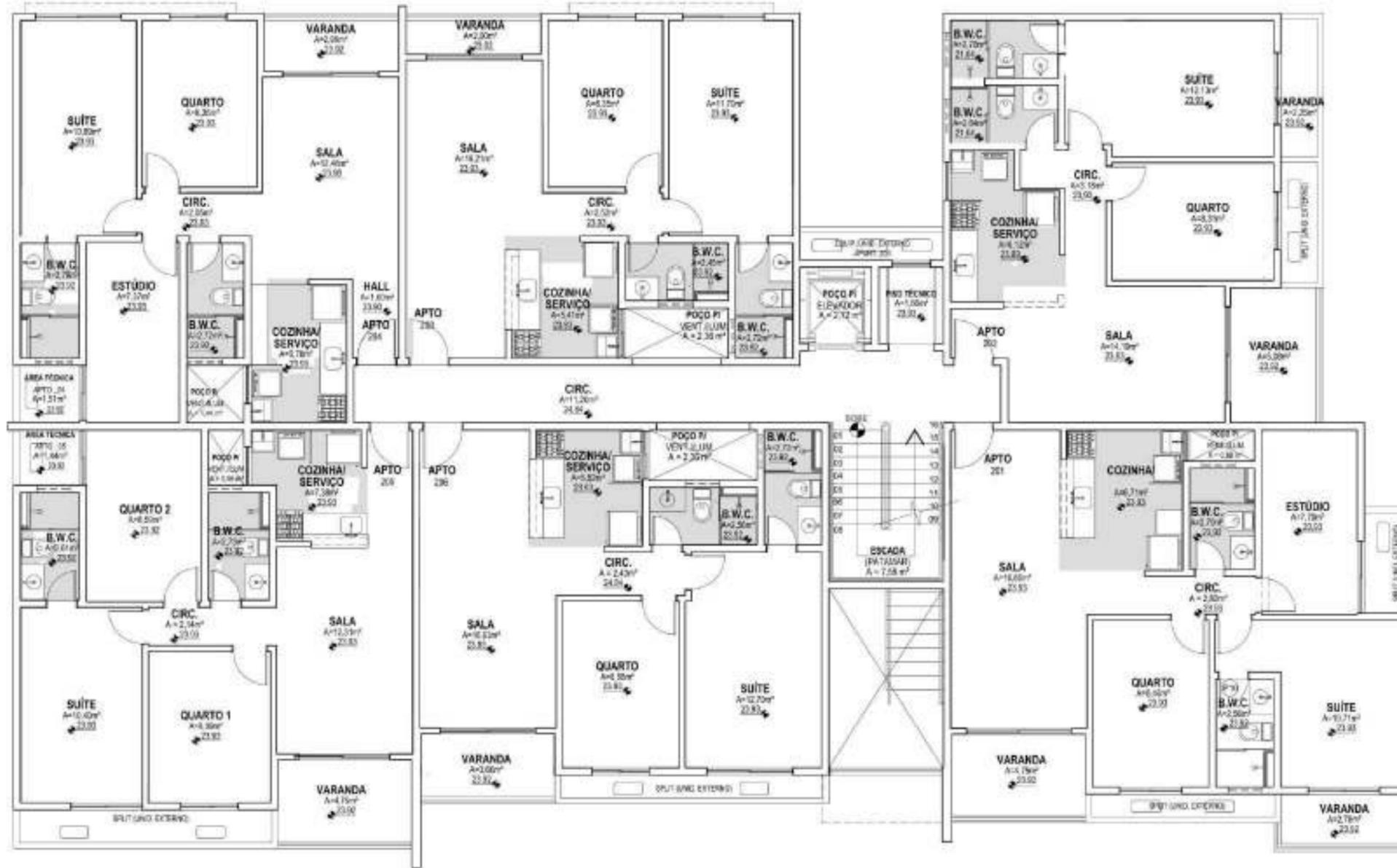
Pvto.	Identif.	Trecho	DN	
			Excel	Hydros
			mm	mm
1	Sub-ramal	EO-TLR	25	25
1	Sub-ramal	EO-MLR	25	25
APTO. 106				
1	Ramal	J-RE	25	25
1	Ramal	RE-EP	25	25
1	Ramal	EP-EQ	25	25
1	Ramal	EQ-ER	25	25
1	Ramal	ER-ES	25	25
1	Ramal	ES-ET	25	25
1	Ramal	ET-EU (D)	25	25
1	Ramal	EU-EV	25	25
1	Ramal	EV-EW (D)	25	25
1	Ramal	EW-EX	25	25
1	Ramal	EX-RE	25	25
1	Ramal	RE-EY	25	25
1	Ramal	EY-EZ	20	20
1	Ramal	EZ-FA	20	20
1	Sub-ramal	FA-PIA	20	20
1	Ramal	EY-FB	25	25
1	Ramal	FB-FC	25	25
1	Ramal	FC-FD	25	25
1	Ramal	FD-FE (D)	25	25
1	Sub-ramal	FE-TLR	25	25
1	Sub-ramal	FE-MLR	25	25
1	Ramal	EW-RE	20	20
1	Ramal	RE-FF	20	20
1	Ramal	FF-FG	20	20
1	Sub-ramal	FG-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Sub-ramal	FG-FH	20	20
1	Sub-ramal	FH-FI	20	20
1	Sub-ramal	FI-FJ (D)	20	20
1	Ramal	FJ-VS	20	20
1	Ramal	FJ-LV	20	20
1	Ramal	EU-RE	20	20
1	Ramal	RE-FK	20	20
1	Ramal	FK-FL	20	20
1	Sub-ramal	FL-RP	20	20
1	Sub-ramal	RP-CH	20	20
1	Ramal	FL-FM	20	20
1	Ramal	FM-FN	20	20
1	Ramal	FN-FO (D)	20	20
1	Sub-ramal	FO-VS	20	20
1	Sub-ramal	FO-LV	20	20

ANEXO A – PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO



■ PAVIMENTO TÉRREO
 ESCALA 1/100

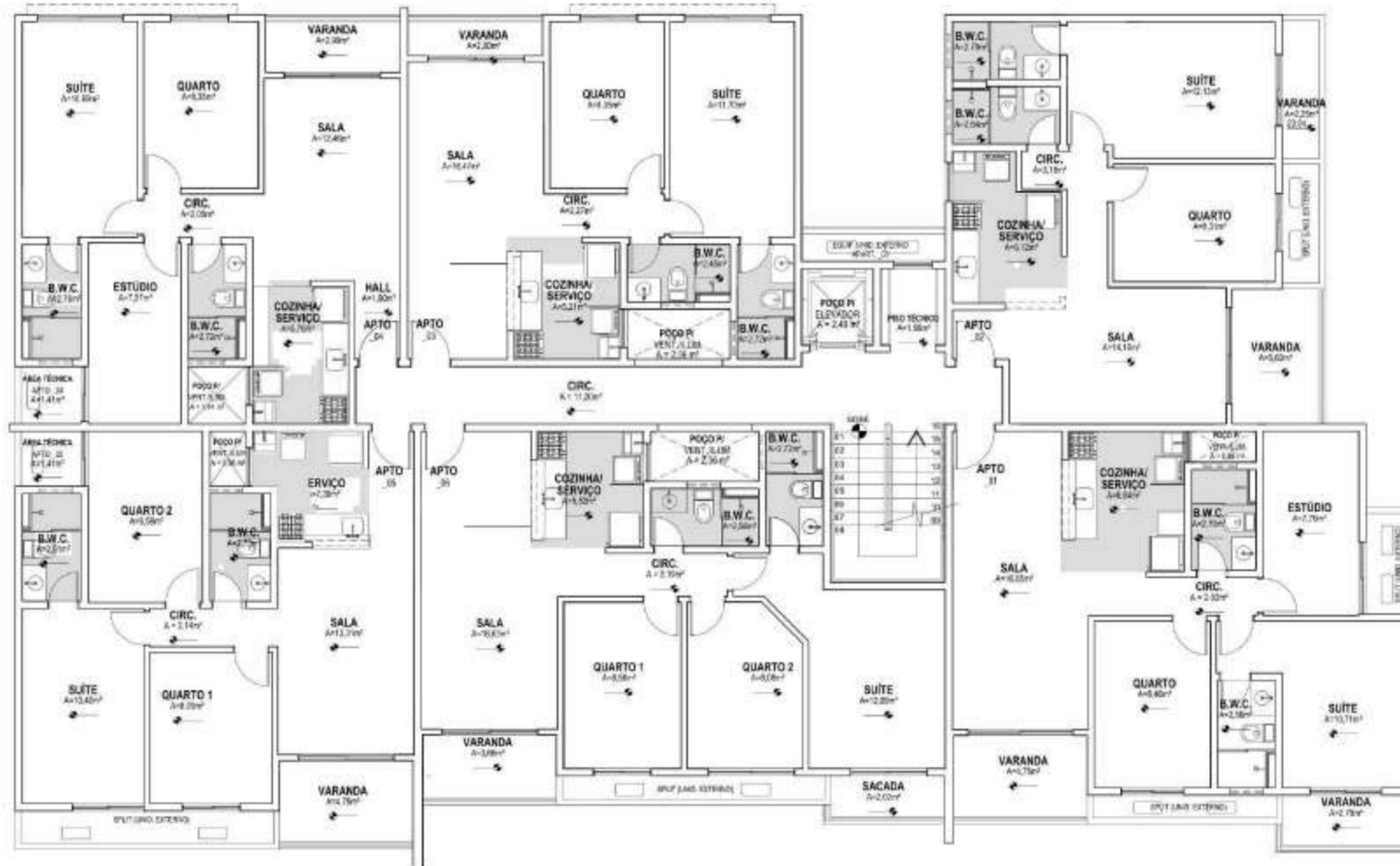
ANEXO B – PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO



■ 2º PAVIMENTO

ESCALA _____ 1/100

ANEXO C – PLANTA BAIXA 3º E 4º PAVIMENTOS



■ 3º E 4º PAVIMENTO
 ESCALA 1/100

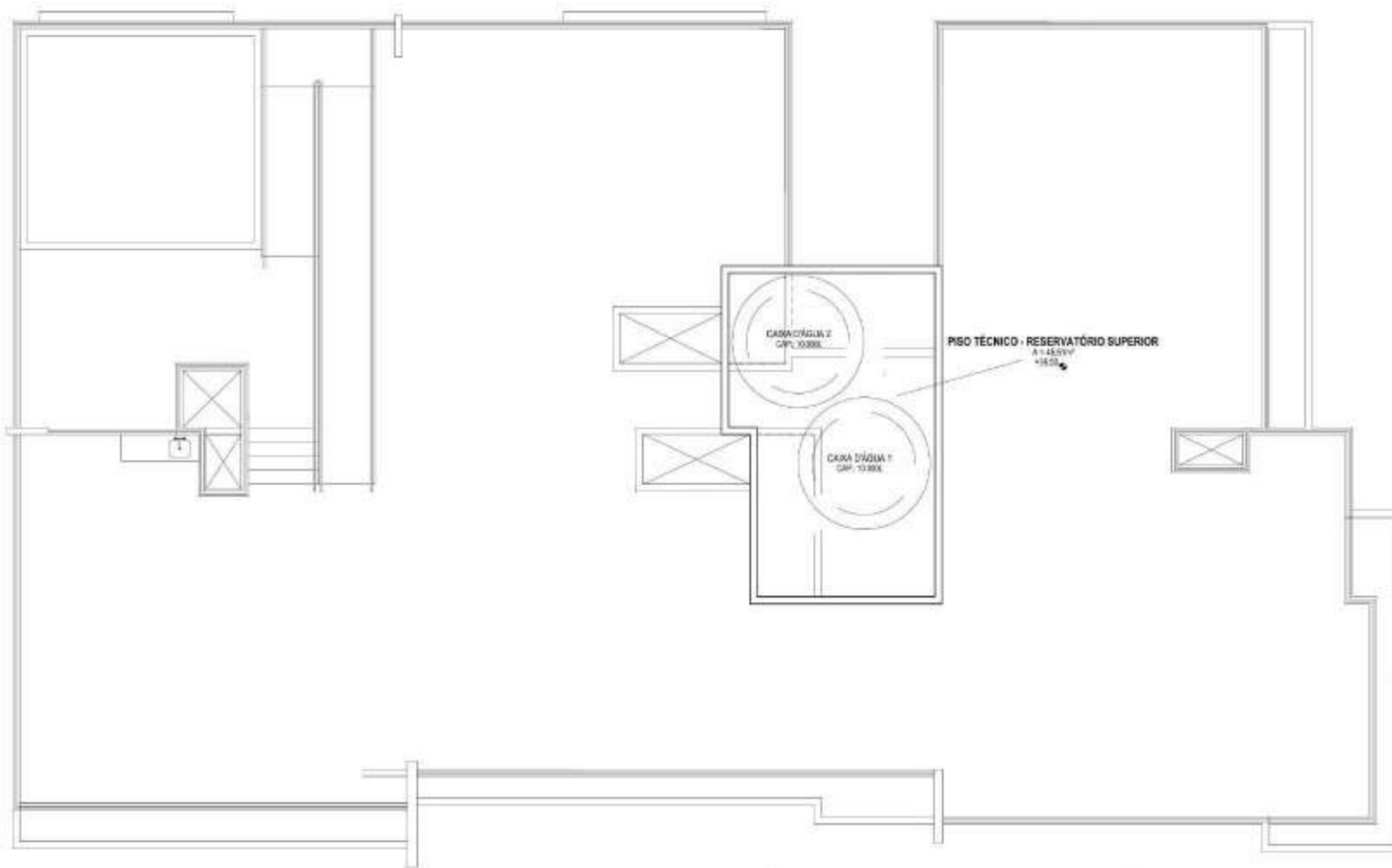
ANEXO D – PLANTA BAIXA COBERTURA



COBERTURA/LAZER

ESCALA _____ 1/100

ANEXO E – PLANTA BAIXA RESERVATÓRIO SUPERIOR



PISO TÉCNICO/RESERVATÓRIO SUPERIOR

ESCALA 1/100