UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Paulo Ricardo Rodrigues Lazzarotto

REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM UM PRÉDIO RESIDENCIAL

Porto Alegre
dezembro 2013

PAULO RICARDO RODRIGUES LAZZAROTTO

REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM UM PRÉDIO RESIDENCIAL

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Juan Martín Bravo

Porto Alegre

dezembro 2013

PAULO RICARDO RODRIGUES LAZZAROTTO

REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM UM PRÉDIO RESIDENCIAL

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 19 de dezembro de 2013

Prof. Juan Martín Bravo
Dr. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

Prof. Dieter Wartchow (UFRGS)
Doutor pela Stuttgart Universität

Prof. Felipe Krüger Leal (UFRGS)
Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS

Profa. Rosane Barbosa Lopes Cavalcante (UFRGS)
Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS

Dedico este trabalho a meus pais, Maura e Walter, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Juan Martín Bravo, orientador deste trabalho, por ter aceitado me acompanhar na última etapa do curso de graduação. Muito obrigado pelos ensinamentos transmitidos em aula que me motivaram a escolher o assunto abordado nesse trabalho de conclusão de curso. Agradeço muito pela inestimável ajuda, interesse, boa vontade, cordialidade e disponibilidade em me atender para tornar a realização do presente trabalho possível.

Agradeço a Prof. Carin, coordenadora, pelos ensinamentos transmitidos em aula e o excelente material de consulta disponibilizado a nós, alunos, em forma de apostila. Muito obrigado pelo interesse demonstrado pelo meu trabalho, por todas as sugestões, pela boa vontade, cordialidade, disponibilidade e paciência em esclarecer todas as minhas dúvidas, sobretudo nos horários de atendimento.

Agradeço aos meus pais, Maura e Walter, por sempre terem feito por mim tudo que puderam. Obrigado por todos os ensinamentos a mim transmitidos durante esses anos, obrigado por me darem bons exemplos, por acreditarem em mim, confiarem nas minhas capacidades, me darem forças nos momentos mais difíceis. Somente vocês sabem todas as dificuldades que enfrentei para chegar até aqui e me tornar um engenheiro civil.

Agradeço a todos os meus familiares que me incentivaram, ajudaram e torceram por mim durante a graduação. Muito obrigado por todo apoio.

Agradeço aos colegas de curso que tornaram essa caminhada mais fácil e divertida com suas amizades.

Agradeço a todos amigos que torceram por mim durante esses anos de estudo.

Agradeço a Deus.

O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.

Isaac Newton

RESUMO

A crescente demanda de água e a sua consequente escassez criam um cenário no qual a utilização racional desse recurso natural se faz necessária. Nesse contexto, o reúso de águas cinzas tem por objetivo diminuir as quantidades de água potável demandada e esgoto produzido nas residências. Essas águas são provenientes da utilização de chuveiros; banheiras; lavatórios; tanques e máquinas de lavar roupa. Excluindo-se, portanto, os efluentes provenientes de bacias sanitárias, pias de cozinha e máquinas de lavar louça, chamados de águas negras. Neste trabalho, as características das águas cinzas, bem como a regulamentação existente para a sua utilização foram detalhadas. Dois projetos de abastecimento hidráulico e esgotamento sanitário para um edifício residencial foram elaborados, sendo o primeiro o sistema convencional e, o segundo, contemplando o reúso de águas cinzas captadas dos chuveiros e lavatórios do banheiro, para a utilização na descarga dos vasos sanitários. A comparação entre os projetos desenvolvidos permitiu salientar as diferenças construtivas entre eles e o quantitativo de material empregado em cada um. Assim, foi possível proceder à análise da viabilidade econômica do emprego desse sistema no prédio em estudo, mostrando que para essa edificação, apesar do sistema de reúso ter custado 59% mais caro que o sistema hidráulico convencional, essa diferença financeira teve um tempo de retorno estimado em 2,75 anos, tornando-o viável economicamente e contribuindo com as premissas de uso racional da água em edificações.

Palavras-chave: Águas Cinzas. Reúso de Águas Cinzas em Residências. Uso Racional da Água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas do trabalho 18
Figura 2 – Distribuição dos recursos hídricos e da população no Brasil 21
Figura 3 – Distribuição do consumo de água em residências na Alemanha 28
Figura 4 – Distribuição do consumo de água em residências de São Paulo 28
Figura 5 – Perfil horário da geração de águas cinzas e sua demanda em descargas sanitárias 34
Figura 6 – Produção e consumo de águas cinzas em um edifício na cidade de Vitória/ES 35
Figura 7 – Níveis de tratamento das águas cinzas 44
Figura 8 – Conversão biológica da matéria orgânica nos sistemas aeróbios e anaeróbios de tratamento de esgoto sanitário 45
Figura 9 – Filtro anaeróbio de fluxo ascendente 46
Figura 10 – Filtro anaeróbio de fluxo descendente..... 46
Figura 11 – Reator UASB 47
Figura 12 – Esquema de distribuição das águas potáveis e de reúso no edifício localizado em Vitória/ES 50
Figura 13 – Vista da ETAC instalada no edifício localizado em Vitória/ES 51
Figura 14 – Fluxograma da ETAC instalada no edifício localizado em Vitória/ES 51
Figura 15 – Apartamento tipo da edificação em estudo 52
Figura 16 – Vista em corte do reservatório de água potável e tubulação de abastecimento 55
Figura 17 – Vista em corte dos reservatórios e tubulações de abastecimento com reúso de águas cinzas 56
Figura 18 – Monograma de vazões em função da soma de pesos e diâmetros internos, para velocidade de escoamento menor que 3 m/s 60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classes de reúso e respectivos parâmetros exigidos 40

Quadro 2 – Algumas características dos processos de tratamento (exclui tanque séptico) 42

Quadro 3 – Rotina de cálculo para dimensionamento das tubulações de abastecimento . 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo do volume de água *per capita* diário utilizado entre as cidades estudadas 25

Tabela 2 - Média do volume interno de água *per capita* utilizado por dia, em litros 26

Tabela 3 - Média do volume interno de água *per capita* utilizado por dia, em percentual 26

Tabela 4 – Frequência de uso dos aparelhos sanitários *per capita* por dia 27

Tabela 5 – Distribuição do consumo de água em edificações residenciais 29

Tabela 6 – Percentual aproximado de esgoto bruto e água cinza gerada em uma habitação 33

Tabela 7 - Comparativo das concentrações médias de águas cinzas brutas obtidas em diferentes estudos 36

Tabela 8 – Características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas originárias de chuveiros e lavatórios 37

Tabela 9 – Parâmetros de qualidade exigidos para a água de reúso em descargas de bacias sanitárias..... 41

Tabela 10 – Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico (em %) 42

Tabela 11 – Estimativa do consumo de água para a edificação 53

Tabela 12 – Diâmetro interno mínimo necessário para o ramal predial 54

Tabela 13 – Volume de armazenamento dos reservatórios 54

Tabela 14 – Volume de armazenamento dos reservatórios com sistema de reúso 56

Tabela 15 – Vazão de projeto e peso relativo em função do aparelho sanitário e da peça de utilização 57

Tabela 16 – Comprimento equivalente de conexões e singularidades, em metro linear .. 59

Tabela 17 – Unidades Hunter estimadas para os aparelhos sanitários 61

Tabela 18 – Dimensionamento dos ramais de descarga e esgoto 62

Tabela 19 – Dimensionamento dos tubos de queda 62

Tabela 20 – Dimensionamento dos sub coletores e coletor predial 63

Tabela 21 – Dimensionamento dos ramais de ventilação 63

Tabela 22 – Dimensionamento dos ramais de descarga e esgoto com reúso de águas cinzas 64

Tabela 23 – Dimensionamento dos tubos de queda com reúso de águas cinzas 64

Tabela 24 – Dimensionamento dos sub coletores de águas cinzas 65

Tabela 25 – Dimensionamento dos sub coletores de águas negras 65

Tabela 26 – Dimensionamento dos ramais e colunas de ventilação com reúso de águas cinzas 66

Tabela 27 – Características da água cinza bruta conduzida à ETAC 67
Tabela 28 – Quantitativo da tubulação de abastecimento em ambos os sistemas 69
Tabela 29 – Quantitativo dos ramais de descarga e esgoto em ambos os sistemas 69
Tabela 30 – Quantitativo dos tubos de queda em ambos os sistemas 70
Tabela 31 – Quantitativo dos tubos de ventilação em ambos os sistemas 70
Tabela 32 – Quantitativo dos sub coletores em ambos os sistemas 70
Tabela 33 – Custo da tubulação no projeto convencional 71
Tabela 34 – Custo da tubulação no projeto com reúso de águas cinzas 71
Tabela 35 – Custo dos reservatórios 72
Tabela 36 – Custo incremental do sistema de reúso de águas cinzas 75

LISTA DE SIGLAS

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos

ETAC – Estação de Tratamnento de Águas Cinzas

IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

UHC – Unidade Hunter de Contribuição

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA 16
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA 16
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA 16
2.2.1 Objetivo Principal 16
2.2.2 Objetivos Secundários 16
2.3 HIPÓTESE 17
2.4 PRESSUPOSTO 17
2.5 DELIMITAÇÕES 17
2.6 LIMITAÇÕES 17
2.7 DELINEAMENTO 17
3 DEMANDA E OFERTA DOS RECURSOS HÍDRICOS 20
3.1 REÚSO DE ÁGUAS SERVIDAS 22
3.2 CONSUMO DE ÁGUA RESIDENCIAL 24
3.2.1 Estudo do Consumo Norte Americano 24
3.2.2 Outros Estudos 27
4 ÁGUAS CINZAS 30
4.1 REÚSO DE ÁGUAS CINZAS 30
4.2 OFERTA E DEMANDA DE ÁGUAS CINZAS 32
4.3 CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS CINZAS 35
4.3.1 Características Físicas e Químicas 37
4.3.2 Características Biológicas 38
4.4 TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS 39
4.4.1 Tratamento Primário 44
4.4.2 Tratamento Secundário 44
4.4.2.1 Tratamento Anaeróbio 45
4.4.2.1.1 *Filtro Anaeróbio* 46
4.4.2.1.2 *Reator UASB* 47
4.4.2.2 Tratamento Aeróbio 47
4.4.3 Tratamento Terciário 48
4.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS 49
5 PROJETO HIDRÁULICO 52
5.1 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO ANALISADA 52

5.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO 53
5.3 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA 57
5.4 PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 61
5.4.1 Esgotamento Sanitário Convencional 62
5.4.2 Esgotamento Sanitário com Reúso de Águas Cinzas 63
5.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS 66
5.6 INSTALAÇÃO ELEVATÓRIA 67
6 ESTIMATIVA DO TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO 69
6.1 QUANTITATIVO DE MATERIAL E CUSTO DE INVESTIMENTO 69
6.2 GASTO COM SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E REMOÇÃO DE ESGOTOS 72
6.3 GASTO COM ENERGIA ELÉTRICA 74
6.4 TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO 74
CONSIDERAÇÕES FINAIS 77
REFERÊNCIAS 78
APÊNDICE A 81
APÊNDICE B 88
APÊNDICE C 94
APÊNDICE D 105
APÊNDICE E 116

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a existência de vida na Terra, sendo utilizada diretamente para manter o funcionamento do corpo humano e também em inúmeras atividades agrícolas, industriais, sanitárias, recreativas, etc. Portanto, é extremamente importante preservar a qualidade e disponibilidade desse bem. Contudo, muitos são os locais onde os recursos hídricos têm se tornado escassos, sobretudo nos centros urbanos. Os principais motivos para essa situação se devem ao aumento da demanda, desperdício e poluição da água, aliados à heterogênea distribuição geográfica da mesma no Planeta.

Para minimizar o problema da escassez de água é preciso que a população se conscientize da necessidade de utilizá-la racionalmente. Uma forma de se fazer isso é com a reutilização das águas cinzas, que são as águas servidas provenientes da utilização de chuveiros; banheiras; lavatórios; tanques e máquinas de lavar roupa. Excluindo-se, portanto, os efluentes provenientes de bacias sanitárias, pias de cozinha e máquinas de lavar louça, chamados de águas negras. Após tratamento no local em que foram produzidas, as águas cinzas podem ser reutilizadas para fins não potáveis e menos nobres, como na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagem de carros, pisos ou vidros.

Os benefícios provenientes da reutilização de águas cinzas são as diminuições dos volumes de esgoto despejado e água potável demandada pelas residências que empregam esse sistema, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos naturais e aumento da sua oferta. Torna-se possível, desse modo, redução do valor das contas de água dos usuários e diminuição dos gastos públicos com tratamento de água e esgoto.

Nesse contexto, o presente trabalho se propõe a estimar o tempo de retorno do investimento na instalação de um sistema de reúso de águas cinzas e a diferença de custo na implantação desse sistema em relação a um sistema hidráulico convencional, no prédio residencial em estudo.

O presente trabalho está organizado de modo a apresentar, no terceiro capítulo, as causas da crescente escassez hídrica a nível mundial, os benefícios da reutilização de águas servidas e como se distribui a utilização da água potável nas residências. O quarto capítulo detalha as

características das águas cinzas, seus possíveis usos e as principais tecnologias empregadas no seu tratamento. Se apresenta, no quinto capítulo, os projetos hidráulicos desenvolvidos para a edificação em estudo, com detalhes do dimensionamento. O quantitativo dos materiais empregados nos projetos em questão, as estimativas de custo e o tempo de retorno do investimento são analisados no sexto capítulo. Por fim, apresentam-se as considerações finais a respeito desse sistema de reúso de águas.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: qual a estimativa do tempo de retorno do investimento na instalação de um sistema de reúso de águas cinzas e qual a diferença de custo na implantação desse sistema em relação a um sistema hidráulico convencional em um prédio residencial a ser construído?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é a estimativa do tempo de retorno do investimento na instalação de um sistema de reúso de águas cinzas e da diferença de custo na implantação desse sistema em relação a um sistema hidráulico convencional, no prédio residencial em estudo.

2.2.2 Objetivos Secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

a) apresentação das diretrizes de cálculo para o dimensionamento do sistema de reúso de águas cinzas;
b) elaboração do projeto hidráulico do sistema de reúso de águas cinzas;
c) elaboração do projeto hidráulico do sistema convencional.

2.3 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que o tempo de retorno do investimento em um sistema de reúso de águas cinzas, para o prédio residencial em estudo, é de 5 anos, tornando-o viável economicamente, e a diferença de custo em relação a instalação de um sistema hidráulico convencional é inferior a 50%.

2.4 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que o prédio em estudo possui sistema de medição individualizada de água, o qual evita o desperdício e diminui a variação do volume de água potável consumida entre as unidades autônomas da edificação e, para fins de cálculo, a estimativa de um valor padrão de demanda a ser utilizado em todos os apartamentos pode ser considerada representativa da realidade, dado que todos os apartamentos têm as mesmas dimensões.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo de um prédio residencial hipotético, a ser construído na cidade de Porto Alegre/RS e destinado a um público de classe média.

2.6 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

a) a consideração de uma demanda de água idêntica para todos os apartamentos;
b) a consideração de que a água reaproveitada é utilizada apenas para a descarga dos vasos sanitários;

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, conforme sequência indicada na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

a) pesquisa bibliográfica;

b) estimativa da demanda e oferta de águas cinzas;

c) desenvolvimento do projeto do sistema hidráulico convencional;

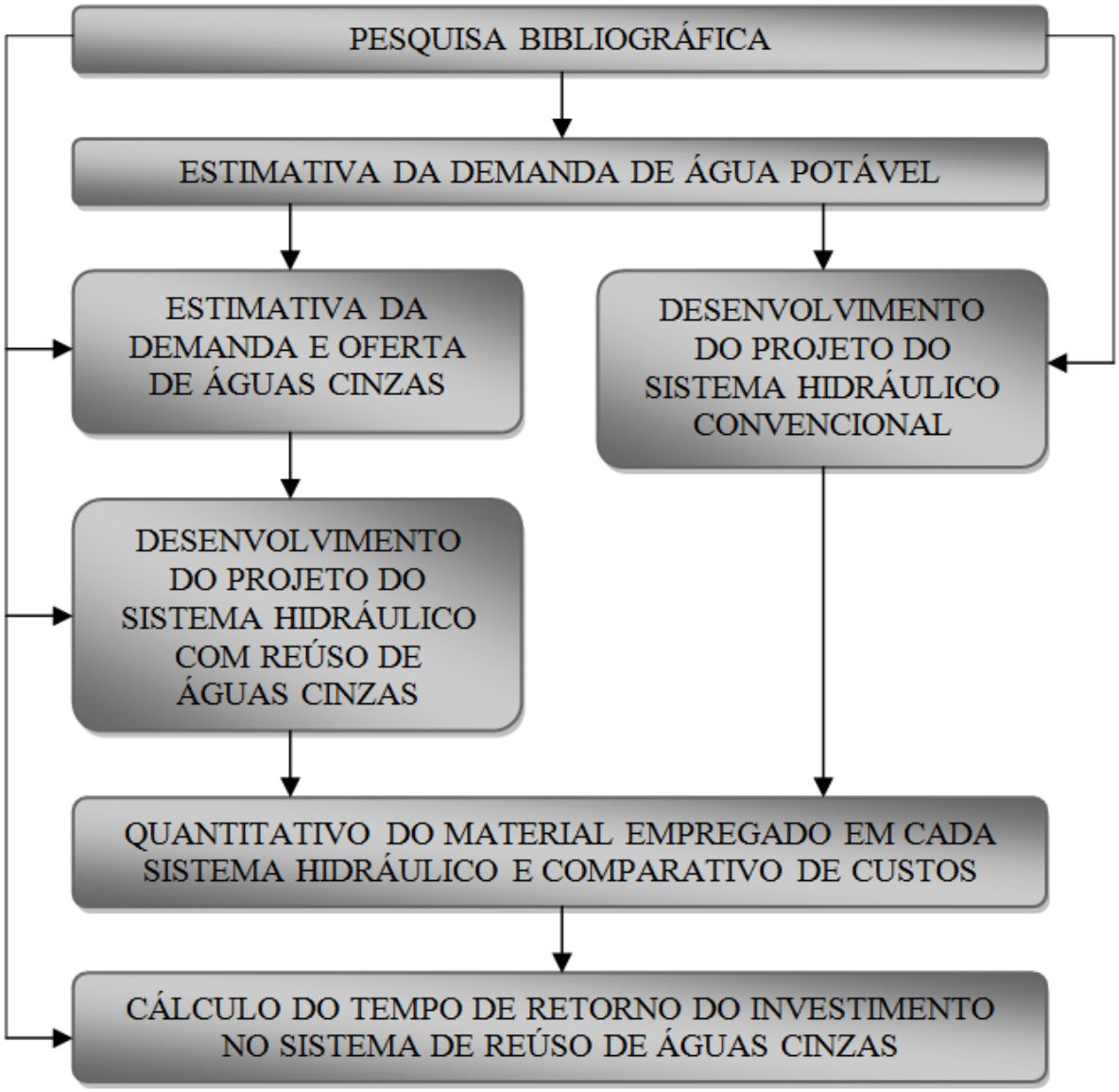
c) desenvolvimento do projeto do sistema hidráulico com reúso de águas cinzas;

d) quantitativo do material empregado em cada sistema hidráulico e comparação de custos;

e) cálculo do tempo de retorno do investimento no sistema de reúso de águas cinzas;

f) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama das etapas do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

Devido ao caráter teórico do trabalho, a **pesquisa bibliográfica** constituiu-se como base para a obtenção de dados a respeito da eficiência de tecnologias disponíveis para o tratamento e reúso de águas cinzas, bem como a **estimativa da demanda de água potável** e **estimativa da demanda e oferta de águas cinzas** para o prédio residencial em estudo, de acordo com pesquisas que descrevem a distribuição percentual do volume de água utilizado entre os aparelhos sanitários residenciais. Também com base na bibliografia, foram desenvolvidos os **projetos do sistema hidráulico convencional e com reúso de águas cinzas**, conforme a demanda de água estabelecida para o edifício em estudo.

Após essas etapas, realizou-se o **quantitativo do material empregado em cada sistema hidráulico e a comparação de custos**, que possibilitaram o **cálculo do tempo de retorno do investimento no sistema de reúso de águas cinzas,** para o prédio residencial em estudo. Por último, foram apresentadas as **considerações finais**.

3 DEMANDA E OFERTA DOS RECURSOS HÍDRICOS

A falta de abastecimento de água com qualidade e em quantidade suficiente é um problema grave em muitas cidades brasileiras, fazendo sofrer grandes contingentes populacionais e prejudicando o desenvolvimento de suas atividades econômicas. Sobretudo nas periferias das grandes cidades, a intermitência no abastecimento de água é uma realidade devido à obtenção de água para o abastecimento público ser mais dispendiosa e complexa com o aumento da distância dessas comunidades aos mananciais e a degradação ambiental desses corpos d'água (GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 1, 6).

Para Silva (2004, p. 3), as principais causas da escassez de água são:

> a) urbanização elevada e infraestrutura urbana desordenada;
>
> b) diversificação e intensificação das atividades e consequentemente do uso da água;
>
> c) impermeabilização e erosão do solo;
>
> d) ocupação de área de mananciais, com consequente poluição e assoreamento das margens;
>
> e) conflitos gerados pelas concorrências entre os diversos aproveitamentos de água;
>
> f) preponderância histórica dos interesses do setor hidroelétrico na política dos recursos hídricos;
>
> g) práticas agrícolas de utilização de produtos químicos e utilização dispendiosa de água;
>
> h) deficiências do setor de saneamento e a relação entre água e saúde;
>
> i) migrações populacionais motivadas pela escassez de água [já existente em outras regiões].

O crescimento rápido da demanda, aliado à poluição devida ao lançamento de águas residuárias, são apontadas, por Hinrichsen[1] et al. (2005 apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 1), como os agravantes da escassez nas bacias hidrográficas. Contudo, além da escassez física, Born[2] (2000 apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 1) aponta a incapacidade de se

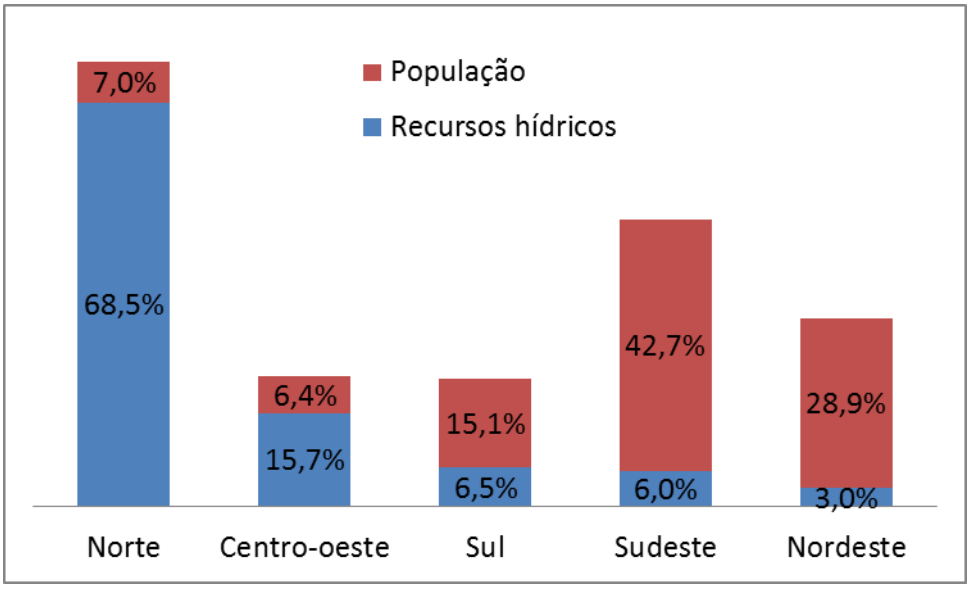
[1] HINRICHSEN, D; ROBEY, B.; UPADHYAY, U. D. Solutions for a water-short world. **Population Reports**, Baltimore, n. 14, 2005. Os dados que faltam não foram fornecidos pelo autor.

[2] BORN, R. H. Seguridade hídrica, comitês de bacia hidrográfica e cidadania. **Revista Justiça e Educação**, Brasília, v. 1, n. 12, p. 63-70, set./dez. 2000.

pagar os custos de acesso à água e políticas públicas inadequadas, como barreiras de acesso aos recursos hídricos para a parcela mais carente da população.

Outra causa que contribui para a situação de escassez dos recursos hídricos é a heterogênea distribuição desses, tanto no Brasil quanto nas demais regiões do mundo. Embora o Brasil possua 13,7% da água doce superficial disponível na Terra, 70% desse recurso está na região Amazônica e 70% da população brasileira se encontra nas regiões Sudeste e Nordeste, as quais têm as menores parcelas de água doce disponíveis, como pode ser visto na figura 2 (INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR[3], 2002 apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 1-2).

Figura 2 – Distribuição dos recursos hídricos e da população no Brasil



(fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR[4], 2002 apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 2)

Como forma de contribuir para a diminuição dos problemas relacionados à escassez dos recursos hídricos, Gonçalves e Jordão (2006, p. 7) relacionam benefícios advindos da conservação da água, a fim de incentivar essa prática:

> a) o Brasil, apesar da grande disponibilidade bruta de recursos hídricos, possui diversas regiões que se encontram atualmente sob stress hídrico. A escassez nesses casos pode ser de origem quantitativa, decorrente de períodos de maior escassez hídrica, ou de origem qualitativa, resultante, por exemplo, de

[3] INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Consumo sustentável:** manual de educação. Brasília: 2002.

[4] op cit.

modificações da qualidade da água pela poluição. Programas voltados para o incremento da eficiência no uso da água visam evidentemente à redução de vazões capitadas e da poluição, contribuindo para a conservação da disponibilidade e das reservas estratégicas de recursos;

b) no nível das empresas, a água é um fator de produção de grande importância em numerosos setores da atividade econômica. A racionalização do seu uso resulta em aumento de competitividade, através de redução de custos operacionais e da minimização dos encargos;

c) para as empresas concessionárias dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, um melhor aproveitamento das infraestruturas existentes e, consequentemente, sensíveis economias poderão ser atingidos através da racionalização do uso da água. Considerando-se o desenvolvimento urbano, investimentos em obras poderão ser evitados ou postergados ao se evitar, nos casos possíveis, a necessidade de ampliação dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário;

d) a conservação da água na escala residencial pode representar economia sensível de recursos financeiros, pela redução dos encargos devido à utilização da água e à produção de esgoto sanitário, sem que haja degradação da qualidade de vida;

e) do ponto de vista ambiental, a crescente conscientização da sociedade de que os recursos hídricos são finitos aumenta as exigências pela conservação.

3.1 REÚSO DE ÁGUAS SERVIDAS

Em 1985, foi estabelecida pelo Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, uma política em relação aos recursos hídricos, mencionada por Fiori et al. (2006, p. 21) "[...] a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior [...].". Essa política vem ao encontro da proposta de reúso de águas cinzas.

Conforme Fiori et al. (2006, p. 20-21), o reúso de água consiste na sua utilização em diferentes aplicações por duas ou mais vezes, após o devido tratamento, com a intenção de promover a sustentabilidade dos recursos hídricos. Essa ação também minimiza a crise enfrentada no abastecimento de água, tendo como principais vantagens:

a) preservação da água potável;
b) diminuição da demanda sob os mananciais de água pura;
c) redução do descarte de esgotos nas águas superficiais [devido ao adequado descarte dos produtos resultantes do processo de tratamento, necessário para a reutilização das águas].

Entre as razões para o reúso de água em diversas partes do mundo estão (ERIKSSON et al., 2002, p. 85, tradução nossa):

a) a escassez de água provocada pela falta de chuva, aliada a alta taxa de evaporação, como é o caso da Austrália;

b) demandas muito grandes de água doce, caso do Japão;

c) considerações ambientais e econômicas, visto que o reúso diminui os custos de operação nas estações de tratamento urbanas, uma vez que recebem menores cargas de esgoto.

Conforme expresso por Asano e Bahri (2011, p. 70, tradução nossa):

> A recuperação e reutilização de águas servidas é uma boa opção para manter a capacidade de abastecimento de uma comunidade ou expandi-la, por potencialmente:
>
> a) utilizar as águas servidas tratadas em aplicações que não requerem água potável de alta qualidade;
>
> b) ampliar as fontes de água e promover uma fonte alternativa de suprimento para ajudar a alcançar as necessidades presentes e futuras;
>
> c) proteger o ecossistema aquático por diminuir o desvio de água doce, reduzindo a quantidade de nutrientes e outros contaminantes tóxicos que entram nos cursos d'água;
>
> d) reduzir a necessidade de estruturas de controle de água, tais como barragens e reservatórios;
>
> e) promover a adequação às normas ambientais através de uma melhor gestão dos consumos de água e descarte de esgotos.

Substituir água potável por servida, ajuda a manter a qualidade dos valiosos recursos hídricos, na medida em que consideráveis quantias de químicos adicionados em conjunto ao lodo que chega às estações de tratamento de água são minimizadas. Com operação adequada, o uso dessas águas não apresenta risco higiênico ou perda de conforto para o consumidor e sua utilização pode ser rentável economicamente (LÜCKE[5], 1998 apud NOLDE, 1999, p. 275, tradução nossa).

[5] O autor informa que essa obra é de LÜCKE, F. K. intitulada Betriebswasser in trinkwasserqualität: in innovation betriebs-und regenwassernutzung de1998, no idioma alemão.

3.2 CONSUMO DE ÁGUA RESIDENCIAL

Em relação ao consumo de água nas grandes áreas urbanas, Rodrigues[6] (2005 apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 11) aponta que:

> O consumo de água residencial pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. Na região metropolitana de São Paulo, o consumo de água residencial corresponde a 84,4% do consumo total urbano (incluindo também o consumo em pequenas indústrias). Na cidade de Vitória, a porcentagem desse consumo é bem similar, correspondendo a aproximadamente 85% desse total (dados da CESAN[7] de 2002 e 2003).

Os fatores que influenciam o consumo de água residencial, conforme indicado por Gonçalves e Jordão (2006, p. 13), são:

> a) clima da região;
>
> b) renda familiar;
>
> c) número de habitantes da residência;
>
> d) características culturais da comunidade;
>
> e) desperdício domiciliar;
>
> f) valor da tarifa de água;
>
> g) estrutura e forma de gerenciamento do sistema de abastecimento.

3.2.1 Estudo do Consumo Norte Americano

Um estudo de grande importância, realizado pela *American Water Works Association*, coletou dados a respeito dos usos finais da água em residências estado-unidenses e canadenses, cujos moradores participaram voluntariamente da pesquisa. Foram analisadas 1188 residências unifamiliares espalhadas por doze cidades, com o objetivo de identificar como, quanto, aonde e quando a água era utilizada. Além disso, esse estudo classificou a utilização de água em interna e externa às residências. A contabilidade do uso interno excluiu os gastos com irrigação e enchimento de piscinas, mas incluiu as perdas por vazamento. (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1999, p. 82; 84, tradução nossa).

---

[6] RODRIGUES, L. C. S. **Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Os dados que faltam não foram fornecidos pelo autor.

[7] CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento. Não foi indicado maiores detalhes da fonte.

A medição precisa dos dados à respeito de onde a água estava sendo utilizada dentro de cada residência pôde ser realizada com a instalação de um registrador de dados no seu hidrômetro. Esse registrador é dotado de um sensor magnético que capta as oscilações dos imãs do hidrômetro enquanto a água flui por ele, em intervalos de 10 segundos. Desse modo, utilizando as características físicas de cada marca e modelo de hidrômetro, os dados magnéticos puderam ser transformados em gráficos de escoamento e, com o auxílio do *software Trace Wizard*, cada um desses gráficos pôde ser desagregado de modo a identificar o uso da água em cada um dos aparelhos sanitários, tais como: bacias sanitárias, chuveiros, lavatórios, pias de cozinha, máquinas de lavar roupas, etc. (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1999, p. 27, tradução nossa).

Na tabela 1, é apresentado um comparativo da média de moradores e o volume de água utilizado nas residências, agrupadas pelas cidades analisadas. Cabe lembrar que a medida de 1 galão líquido equivale a 3,78 litros. Desse modo, pode-se ver que a média diária *per capita* de água utilizada é de 262,3 litros.

Tabela 1 – Comparativo do volume de água *per capita* diário utilizado entre as cidades estudadas

Locais de estudo	**Tamanho da amostra**	**Média de pessoas por residência**	**Média diária per capita (uso interno)**	**Mediana diária per capita (uso interno)**	**Desvio padrão per capita (uso interno)**
			(L/pes/d)	(L/pes/d)	(L/pes/d)
Seattle	99	2,8	216,1	204,4	108,3
San Diego	100	2,7	220,7	204,8	88,6
Boulder	100	2,4	244,9	228,3	97,7
Lompoc	100	2,8	249,1	212,4	126,4
Tampa	99	2,4	249,1	223,3	126,8
Walnut Valley	99	3,3	256,7	239,6	116,6
Denver	99	2,7	262,3	245,7	132,5
Las Virgenes	100	3,1	263,5	230,9	146,1
Waterloo & Cambridge	95	3,1	267,3	225,2	168,8
Phoenix	100	2,9	293,7	253,2	169,6
Tempe & Scottsdale	99	2,3	308,1	240,0	255,9
Eugene	98	2,5	316,1	241,5	260,8
12 Locais de estudo	**1188**	**2,8**	262,3	229,0	149,9
Variação	5	1	99,9	48,8	172,2

(fonte: adaptado de AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1999, p. 91, tradução nossa)

O volume médio de água *per capita* utilizado em cada um dos aparelhos sanitários, obtido pela pesquisa, é apresentado na tabela 2. O valor desse volume, em percentual, é representado na tabela 3.

Tabela 2 – Média do volume interno de água *per capita* utilizado por dia, em litros

Locais de estudo	Vaso sanitário	Máquina de lavar roupas	Chuveiro	Torneiras	Vazamentos	Outros	Banheira	Máquina de lavar pratos	Uso interno total
Seattle	64,7	45,4	43,2	32,9	22,3	0,0	4,2	3,8	216,1
San Diego	59,8	61,7	34,1	40,9	17,4	1,1	1,9	3,4	220,7
Boulder	75,0	53,0	49,6	43,9	12,9	0,8	5,3	5,3	244,9
Lompoc	62,8	57,9	42,0	37,5	38,2	3,4	4,5	3,0	249,1
Tampa	63,2	53,8	38,6	45,4	40,9	1,1	4,2	2,3	249,1
Walnut Valley	68,1	53,4	44,3	46,6	28,8	8,7	3,8	3,0	256,7
Denver	79,9	59,1	48,8	39,7	22,0	1,9	6,1	4,5	262,3
Las Virgenes	59,4	63,6	43,2	42,4	42,4	4,2	4,9	3,4	263,5
Waterloo & Cambridge	76,8	51,9	31,4	43,2	31,0	22,7	7,2	3,0	267,3
Phoenix	74,2	64,0	47,3	36,3	56,0	8,3	4,5	3,0	293,7
Tempe & Scottsdale	69,7	54,9	47,7	42,4	66,6	18,9	3,4	4,2	308,1
Eugene	86,7	64,7	57,2	45,0	51,5	0,4	5,7	5,3	316,1
12 Locais de estudo	70,0	56,8	43,9	41,3	36,0	6,1	4,5	3,8	262,3

(fonte: adaptado de AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1999, p. 107, tradução nossa)

Tabela 3 – Média do volume interno de água *per capita* utilizado por dia, em percentual

Locais de estudo	Vaso sanitário	Máquina de lavar roupas	Chuveiro	Torneiras	Vazamentos	Outros	Banheira	Máquina de lavar pratos	Uso interno total
Seattle	29,9%	21,0%	20,0%	15,2%	10,3%	0,0%	1,9%	1,8%	100,0%
San Diego	27,1%	28,0%	15,4%	18,5%	7,9%	0,5%	0,9%	1,5%	100,0%
Boulder	30,6%	21,6%	20,2%	17,9%	5,3%	0,3%	2,2%	2,2%	100,0%
Lompoc	25,2%	23,3%	16,9%	15,0%	15,3%	1,4%	1,8%	1,2%	100,0%
Tampa	25,4%	21,6%	15,5%	18,2%	16,4%	0,5%	1,7%	0,9%	100,0%
Walnut Valley	26,5%	20,8%	17,3%	18,1%	11,2%	3,4%	1,5%	1,2%	100,0%
Denver	30,4%	22,5%	18,6%	15,2%	8,4%	0,7%	2,3%	1,7%	100,0%
Las Virgenes	22,6%	24,1%	16,4%	16,1%	16,1%	1,6%	1,9%	1,3%	100,0%
Waterloo & Cambridge	28,8%	19,4%	11,8%	16,1%	11,6%	8,5%	2,7%	1,1%	100,0%
Phoenix	25,3%	21,8%	16,1%	12,4%	19,1%	2,8%	1,5%	1,0%	100,0%
Tempe & Scottsdale	22,6%	17,8%	15,5%	13,8%	21,6%	6,1%	1,1%	1,4%	100,0%
Eugene	27,4%	20,5%	18,1%	14,3%	16,3%	0,1%	1,8%	1,7%	100,0%
12 Locais de estudo	26,7%	21,6%	16,7%	15,7%	13,7%	2,3%	1,7%	1,4%	100,0%

(fonte: AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1999, p. 108, tradução nossa)

A frequência média de uso dos aparelhos sanitários *per capita* por dia é apresentada na tabela 4. De acordo com a pesquisa, a média de vasos sanitários por residência era de 2,27; com uma média de 12,4 acionamentos de descarga por dia por residência e 5,05 acionamentos *per capita* por dia. A pesquisa constatou uma média de 1,98 chuveiros por residência, destes 62% eram combinados com banheiras e 38% eram apenas chuveiros. A média do volume de água e tempo de banho foram, respectivamente, 65,11 litros e 8,2 minutos, a uma vazão média de 7,94 litros por minuto (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1999, p. 94-100, tradução nossa).

Tabela 4 – Frequência de uso dos aparelhos sanitários *per capita* por dia

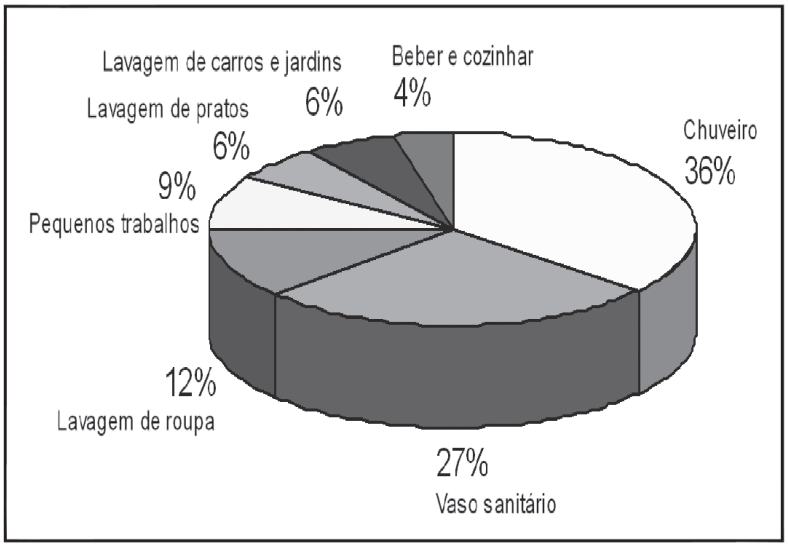
	Descargas per capta por dia		Banhos per capita por dia (chuveiros e banheiras)		Ciclos da máquina de lavar roupas per capita por dia		Ciclos da máquina de lavar louças per capita por dia		Uso de torneiras minutos per capita por dia	
Locais de estudo	**Média**	**Desv. Pad.**	**Média**	**Desv. Pad.**	**Média**	**Desv. Pad.**	**Média**	**Desv. Pad.**	**Média**	**Desv. Pad.**
Seattle	4,79	2,25	0,81	0,53	0,34	0,22	0,13	0,10	8,40	4,90
San Diego	5,10	2,71	0,80	0,48	0,37	0,26	0,11	0,10	7,50	4,40
Boulder	5,62	3,40	0,90	0,65	0,40	0,32	0,13	0,14	9,10	6,60
Lompoc	4,49	2,28	0,75	0,51	0,30	0,17	0,10	0,11	6,90	4,40
Tampa	5,20	2,39	0,63	0,32	0,42	0,27	0,10	0,08	8,10	4,00
Walnut Valley	4,85	2,61	0,70	0,54	0,36	0,24	0,06	0,10	9,40	6,50
Denver	5,31	3,00	0,77	0,49	0,40	0,29	0,08	0,07	6,70	3,60
Las Virgenes	5,12	2,67	0,82	0,73	0,36	0,24	0,11	0,08	8,60	7,20
Waterloo & Cambridge	5,51	3,31	0,63	0,64	0,35	0,21	0,08	0,11	8,00	6,00
Phoenix	4,69	2,50	0,74	0,37	0,34	0,20	0,07	0,07	9,00	6,10
Tempe & Scottsdale	4,73	2,38	0,74	0,44	0,40	0,28	0,09	0,07	8,20	5,40
Eugene	5,19	2,82	0,71	0,43	0,38	0,20	0,09	0,10	7,50	5,10
12 Locais de estudo	5,05	2,69	0,75	0,51	0,37	0,24	0,10	0,09	8,10	5,30

(fonte: AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1999, p. 95, tradução nossa)

3.2.2 Outros Estudos

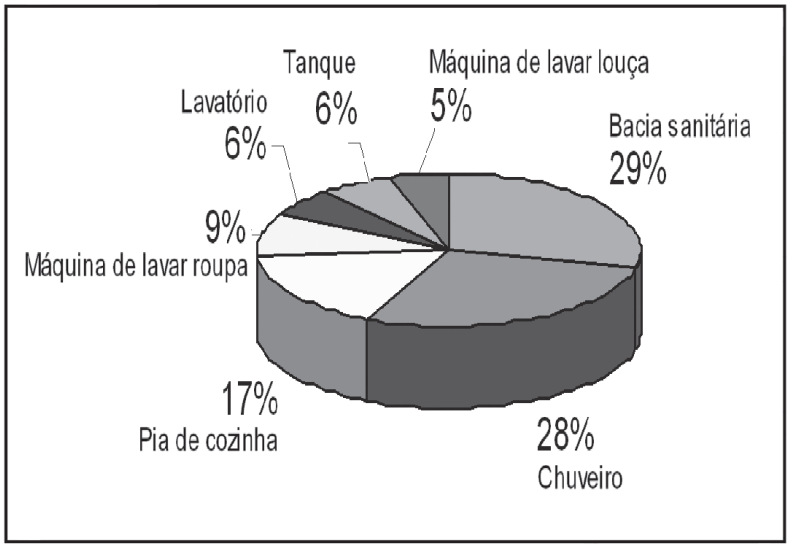
Outros estudos que mostram como se distribui o consumo de água residencial são apresentados nas figuras 3 e 4 por Gonçalves e Jordão (2006, p. 14). Observa-se que mais da metade do volume total de água potável consumido nessas residências é devido ao uso dos chuveiros e vasos sanitários. Nota-se também, que na pesquisa realizada na Alemanha, o volume de água utilizado nos chuveiros é capaz de suprir a demanda das descargas das bacias sanitárias com folga. O estudo feito em São Paulo aponta que os volumes utilizados nas bacias sanitárias e chuveiros são praticamente idênticos e, se também forem reutilizados os efluentes dos lavatórios dos banheiros, pode-se suprir a demanda das descargas sanitárias.

Figura 3 – Distribuição do consumo de água em residências na Alemanha



(fonte: TOMAZ[8], 2003 apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 14)

Figura 4 – Distribuição do consumo de água em residências de São Paulo



(fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO[9], 1995
apud GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 14)

Analisando as distribuições do consumo de água, obtidas nos estudos relacionados na tabela 5, Gonçalves e Jordão (2006, p. 15) expressam:

> Pela análise da [...] [tabela 5], é possível identificar que o banheiro é o ponto de maior consumo de água independente da região onde se encontra a edificação,

[8] Esse autor indica que a fonte original é o trabalho intitulado The rainwater technology handbook de 2001, sem informar outros dados.

[9] Esse autor indica que a fonte original é o trabalho da Universidade de São Paulo intitulado Uso racional da água de 1995, sem informar outros dados.

representando mais da metade do consumo de água nas residências. A bacia sanitária e o chuveiro, em alguns locais, possuem um consumo relativamente semelhante, justificando a necessidade de se investir esforços e recursos em pesquisas sobre práticas de reúso.

Tabela 5 – Distribuição do consumo de água em edificações residenciais

Setor da residência	Austrália	Dinamarca	Estados Unidos
Banheiro	**70%**	**50%**	**74%**
Bacia sanitária	32%	20%	41%
Pia	5%	10%	-
Chuveiro	33%	20%	33%
Banheira		-	-
Cozinha	**7%**	**25%**	**5%**
Pia da cozinha	7%	5%	5%
Maq. De lavar louça		20%	-
Área de serviço	**23%**	**15%**	**21%**
Maq. De lavar roupa	23%	15%	21%
Tanque	-	-	-
Torneira de uso geral	-	-	-
Outros	**-**	**10%**	**-**
Lavagem de carro	-	10%	-

(fonte: adaptado de GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 15)

De acordo com Gonçalves et al. (2006a, p. 66, 67), uma estimativa do volume de água cinza demandado com a utilização de bacias sanitárias e de água servida provenientes do uso de chuveiros pode ser feita para mostrar a compatibilidade entre esses, com o seguinte cálculo:

> A incidência do consumo de bacias sanitárias no Brasil pode ser grosseiramente estimada, de forma genérica, com base em condições hipotéticas que, no entanto, incorporam valores médios bastante plausíveis. Nesse exercício, adotam-se os seguintes valores: consumo *per capita* de 150 L/hab.dia; 3 descargas de bacia sanitária por pessoa por dia; bacia sanitária mais ou menos antiga, ou seja, não conforme a atual norma brasileira, com consumo entre 9 L/descarga e 12 L/descarga. Nessas condições, a participação percentual da bacia no consumo total estaria entre 18% e 24%. [...] Considerando que uma pessoa toma um banho por dia, de 15 minutos de duração, pergunta-se qual seria a participação percentual do banho no consumo total. O volume de água consumido em um banho de 15 minutos à vazão de 0,05 L/s (3 L por minuto) é de 45 L. Como o *per-capita* adotado é de 150 L/hab.dia, tem-se uma incidência de 30 % do consumo total diário, devida ao banho.

4 ÁGUAS CINZAS

Eriksson et al. (2002, p. 85, tradução nossa) e Jefferson et al. (1999, p. 286, tradução nossa) definem águas cinzas como as águas servidas provenientes de chuveiros, banheiras, pias de banheiro, tanques e máquinas de lavar roupa, pias de cozinha e máquinas de lavar louça. Excluem, portanto, as águas negras, que são os efluentes de vasos sanitários, bidês e mictórios. Porém, outros autores não consideram as águas residuárias utilizadas em pias de cozinha e máquinas de lavar louça como águas cinzas, devido à grande concentração de matéria orgânica nesses efluentes, que dificultam o seu tratamento (NOLDE, 1999, p. 275, tradução nossa).

4.1 REÚSO DE ÁGUAS CINZAS

Tem se tornado difícil atender às necessidades de água potável da população urbana, uma vez que se enfrenta o problema de escassez dos recursos hídricos. Assim, o reúso das águas cinzas no setor produtivo e pela população em geral, aparece como uma forma de se lidar com essa situação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 2).

Desse modo, Sayers[10] (1998 apud JEFFERSON et al., 1999, p. 285, tradução nossa) faz a seguinte explicação:

> A viabilidade da reciclagem interna é em certa medida dependente de que haja diferenças substanciais na qualidade e quantidade da água demandada para diferentes operações. A proporção da água utilizada que requer a melhor qualidade é pequena. Isso então implica que a maioria das demandas dentro do esquema do processo é para águas menos nobres, permitindo o reúso de água de uma aplicação para a outra. Um exemplo disso é o ambiente doméstico onde o reúso de águas cinzas provenientes de banheiras e chuveiros para a descarga de vasos sanitários pode ser alcançado com baixo ou nenhum tratamento

Importantes considerações referentes às águas de reúso também são feitas por Asano e Bahri (2011, p. 69, tradução nossa):

> A recuperação e reúso de águas servidas são particularmente atrativas na situação em que o abastecimento de água disponível já está sobrecarregado e não pode

[10] SAYERS, D. A study of domestic greywater recycling. **Environment Agency**, Worthing, 1998. Os dados que faltam não foram informados pelo autor.

> atender as demandas de água em expansão em uma comunidade crescente. Além disso, a sociedade não pode mais se dar ao luxo de utilizar a água apenas uma vez. Produzir água reciclada de uma qualidade específica para cumprir a múltiplos objetivos de uso é agora uma realidade devido à evolução progressiva de tecnologias de recuperação de água, regulamentos e proteção de riscos ambientais e à saúde. No entanto, a decisão final para promover o tratamento e reúso de águas residuais é dependente de fatores econômicos, regulatórios, políticas públicas e, o mais importante, aceitação pública, refletindo a demanda de água, segurança e necessidade de um confiável abastecimento de água em condições locais.

Em muitos países, medidas de controle da poluição da água, proteção do ambiente aquático e o crescimento da população, responsável em grande parte pela iminente escassez de água, são os fatores que motivam o desenvolvimento de processos e tecnologias de aproveitamento e reúso de águas cinzas. Em cidades e regiões de países desenvolvidos, nos quais a capitação e tratamento de esgotos tem sido a prática comum, o uso de águas residuais é feito com adequada atenção ao saneamento, saúde pública e proteção ambiental (JIMENEZ; ASANO[11], 2008 apud ASANO; BAHRI, 2011, p. 65, tradução nossa). Para Jefferson et al. (1999, p. 285, tradução nossa), o reúso de águas servidas faz parte da gestão da demanda de águas, ao promover a preservação das reservas de água doce de alta qualidade, além de reduzir a poluição no ambiente.

Muitas são as aplicações sugeridas para as águas cinzas de reúso. De acordo com o estabelecido pela NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 21):

> No caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como:
>
> a) irrigação dos jardins,
>
> b) lavagem dos pisos e dos veículos automotivos;
>
> c) na descarga dos vasos sanitários;
>
> d) na manutenção paisagística dos lagos e canais com água;
>
> e) na irrigação dos campos agrícolas e pastagens etc.

Para a Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2005, p. 51-53), os possíveis empregos das águas cinzas tratadas são:

[11] JIMENEZ, B.; ASANO, T. **Water reuse**: an international survey of current practice, issues and needs. 1st ed. London: International Water Association Publishing, 2008.

> a) água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos;
>
> b) água para descarga em bacias sanitárias;
>
> c) água para refrigeração e sistema de ar condicionado;
>
> d) água para lavagem de veículos;
>
> e) água para lavagem de roupa;
>
> f) água para uso ornamental;
>
> g) água para uso em construção civil, na preparação de argamassas, concreto, controle de poeira e compactação de solo.

Outros exemplos de usos sugeridos são (OKUN[12], 1997 apud ERIKSSON et al., 2002, p. 85, tradução nossa; SANTALA[13] et al., 1998 apud ERIKSSON et al., 2002, p. 85, tradução nossa):

> a) irrigação de gramados nos *campi* universitários, campos esportivos, cemitérios, parques e campos de golfe [...];
>
> b) lavagem de janelas;
>
> c) água para sistema de proteção contra incêndio;
>
> d) água para alimentação de caldeiras;

4.2 OFERTA E DEMANDA DE ÁGUAS CINZAS

Em comparação à utilização de águas pluviais, Gonçalves et al. (2006b, p. 165-166) mencionam:

> Diferentemente da água de chuva, cuja oferta depende de fatores climáticos, a produção de águas cinzas é proporcional ao consumo de água nas residências. Em outras palavras, enquanto houver pessoas utilizando as instalações hidrosanitárias de uma edificação, haverá produção de águas cinzas. Por tal motivo, em termos quantitativos, a sua utilização geralmente não comporta riscos de falta de água de reúso para usos não potáveis nas edificações. Pode haver uma defasagem temporal entre a demanda e a oferta, o que implica na necessidade de implantação de reservatório de estocagem de água de reúso na edificação.

[12] OKUN, D. A. Distributing reclaimed water through dual systems. **American Water Works Association Journal**, [S. l.], v. 89, n. 11, p. 52-64, 1997.

[13] SANTALA, E.; UOTILA, J.; ZAITSEV, G.; ALASIURUA, R.; TIKKA, R.; TENGVALL, J. Microbiological greywater treatment and recycling in an apartment building. In: ADVANCED WASTEWATER TREATMENT, RECYCLING AND REUSE, 1998, Milan. **Proceedings...** Milan: [s. n.], p. 319-324. Os dados que faltam não foram fornecidos pelo autor.

Um estudo desenvolvido por New South Wales Health[14] (2002 apud GONÇALVES et al., 2006b, p. 166) comparando os percentuais de esgoto bruto e água cinza produzidos em uma residência, conclui que, em termos de volume, é possível a utilização das águas servidas no banho para o reúso no acionamento de descargas das bacias sanitárias, como indicado na tabela 6.

Tabela 6 – Percentual aproximado de esgoto bruto e água cinza gerada em uma habitação

Origem	**Esgoto bruto total**		**Água cinza total**	
	Total %	**L/dia**	**Total %**	**L/dia**
Bacia Sanitária	35	186	-	-
Lavatório	5	28	7	28
Chuveiro	33	193	48	193
Cozinha	7	44	11	44
Lavanderia	23	135	34	135
Total	100	586	100	400

(fonte: NEW SOUTH WALES HEALTH[15], 2002 apud GONÇALVES et al., 2006b, p. 166)

Segundo Gonçalves et al. (2006b, p. 167), ao se dimensionar um sistema de reúso de águas cinzas para uma residência de classe média no Brasil, a oferta de águas servidas supera a demanda, portanto deve-se levar em conta esse fator, prevendo: tratamento e reúso para a fração correspondente à demanda de água para reúso; descarte para o excesso de água cinza.

Também em relação à produção de águas cinzas, levando em conta os hábitos da população brasileira, Gonçalves et al. (2006b, p. 167) destacam:

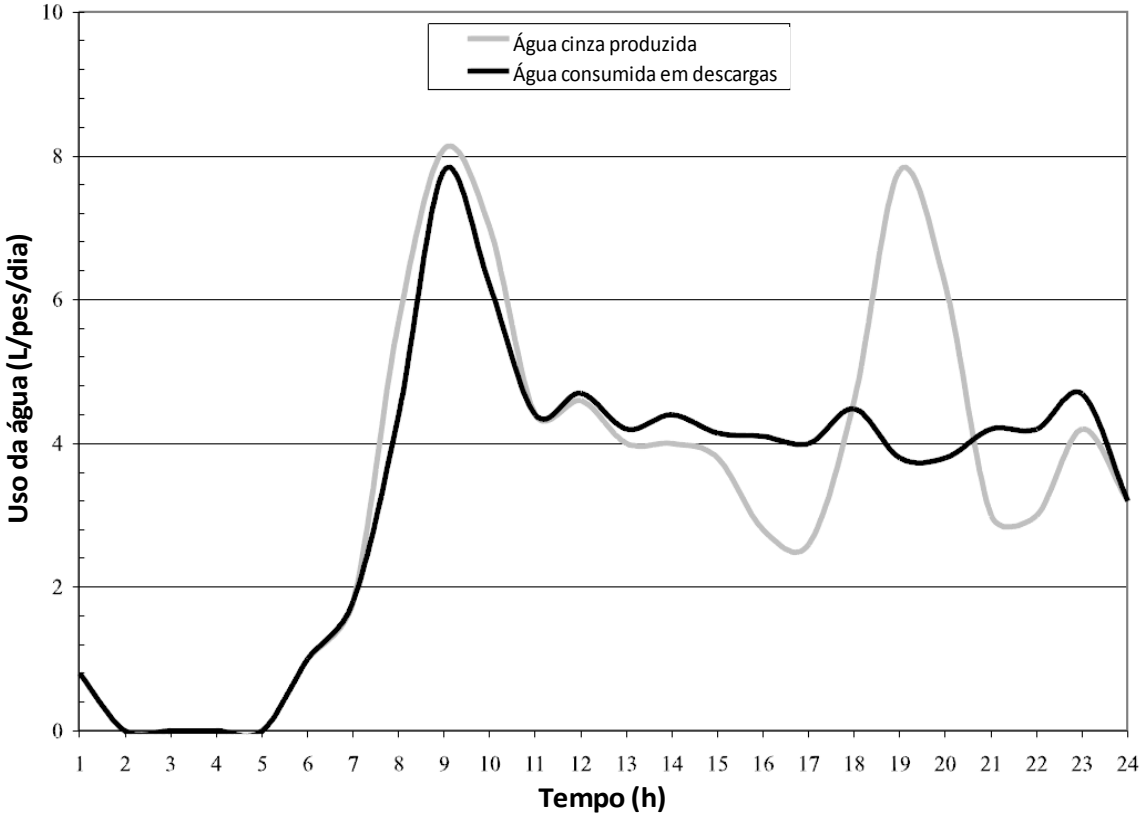
> Um dos aspectos determinantes do sucesso de um sistema de gerenciamento de águas cinzas na escala das edificações é o correto manejo das cargas hidráulicas decorrentes das variações de vazão na escala horária. Esse aspecto assume particular importância no Brasil; tendo em vista os hábitos da população do país no que se refere aos banhos seguidos e prolongados, resulta em uma produção excedentária de água cinza se o uso preponderante da água de reúso for as descargas sanitárias. Deve ser considerado que cerca de 80% de toda a água cinza em uma edificação predominantemente residencial são produzidos nos horários de pico (entre 6:00 e 9:00 h, 11:00 e 14:00 h e 17:00 e 21:00 h).

[14] NEW SOUTH WALES HEALTH. Greywater reuse in sewered single domestic premises. Sidney, 2002. Não foi informado maiores detalhes da fonte.

[15] op cit.

De acordo com Surendran e Wheatley[16] (1998 apud JEFFERSON et al., 1999, p. 286, tradução nossa), ao se considerar os efluentes da cozinha no reúso da água, os volumes acumulados de águas cinzas produzidas e demandadas mostram uma compatibilidade em torno de 30%. Contudo, ao se analisar a demanda e o consumo dessas águas em um perfil horário, observa-se que há um déficit de água cinza durante a tarde e a noite, como pode ser visto na figura 5.

Figura 5 – Perfil horário da geração de águas cinzas
e sua demanda em descargas sanitárias



(fonte: SURENDRAN; WHEATLEY[17], 1998
apud JEFFERSON et al., 1999, p. 286)

No entanto, esse desequilíbrio não deve ser um problema, na medida em que pode ser corrigido com a utilização de tanques de armazenamento. Sendo que, para uma grande gama de escalas de habitações, um tanque de 1 m³ se mostra eficaz (DIXON[18] et al., 2000 apud

[16] SURENDRAN, S.; WHEATLEY, A. D. Grey water reclamation for non-potable reuse. **Chartered Institution of Water and Environmental Management Journal**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 406-413, 1998.

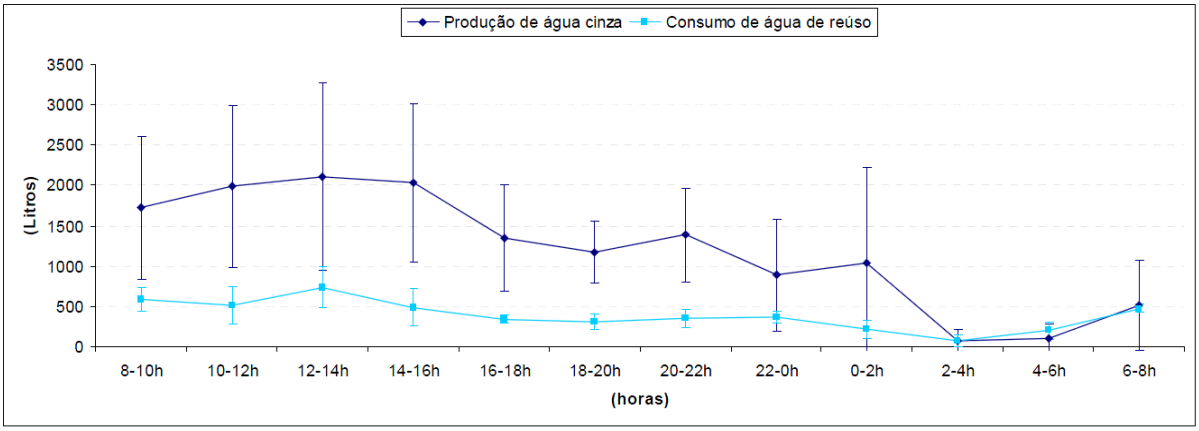
[17] op cit.

[18] DIXON, A.; BUTLER, D.; FEWKES, A. Influence of scale in grey water reuse systems. In: AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION/WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WATER REUSE 2000

JEFFERSON et al., 1999, p. 286, tradução nossa). Deve-se salientar que a acumulação de volumes superiores a 1m³ aumenta os problemas relacionados com a degradação das águas cinzas e a segurança do processo de desinfecção realizado, além de não propiciar aumentos significativos na economia de água (JEFFERSON et al., 1999, p. 286, tradução nossa).

Em oito monitoramentos de 24 horas realizados por Valentina (2009, p. 93-94) em um prédio residencial de alto padrão, localizado na cidade de Vitória/ES, foi observado o perfil de produção e consumo de águas cinzas observado na figura 6. A pesquisadora explica que os picos de produção de água cinza nos horários de 12-14h e 14-16h são provavelmente devidos ao período de lavagem de roupas e serviços domésticos, enquanto os picos nos horários de 20-22h e 0-2h estão associados ao uso do chuveiro. Nota-se que o pico do consumo de água cinza coincide com o pico de produção, no horário de 12-14h, e pode ser explicado pela chegada dos moradores para o horário de almoço, no qual esses também fazem uso das bacias sanitárias.

Figura 6 – Produção e consumo de águas cinzas em um edifício
na cidade de Vitória/ES



(fonte: VALENTINA, 2009, p. 93)

4.3 CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS CINZAS

A composição das águas cinzas é significativamente variável em termos de tempo e lugar, pois depende das fontes e instalações nas quais a água é capitada; das redes de distribuição, tanto da água potável quanto da residuária (devido à lixiviação do biofilme das paredes da tubulação, em que podem ocorrer processos de degradação química e biológica) e das atividades do lar. Os compostos químicos presentes também variam de acordo com o estilo de

vida e costumes dos usuários, podendo ser originários da preparação de alimentos (quando considerados os efluentes da pia de cozinha), produtos de uso doméstico e limpezas. Em geral, essas águas contêm baixos níveis de matéria orgânica e nutrientes, em relação ao esgoto comum, uma vez que urina, fezes e papel higiênico não estão incluídos. Os níveis de metais pesados estão, no entanto, no mesmo intervalo de concentração (ERIKSSON et al., 2002, p. 85-86, tradução nossa).

Uma comparação entre os parâmetros de qualidade das águas cinzas provenientes do uso de diferentes aparelhos sanitários é apresentada na tabela 7. Contudo, a ANA adverte que (BRASIL, 2005, p. 58-59):

> Não se deve dispensar o fato de que a água cinza é passível de conter contaminações das mais diversas, pela grande flexibilidade de uso dos aparelhos sanitários. É comum ocorrer situações de usuários que fazem a higienização no banho, após a utilização da bacia sanitária, ou a lavagem de ferimentos em qualquer torneira disponível, seja de um tanque ou lavatório, ou ainda a presença de urina na água de banho.

Tabela 7 – Comparativo das concentrações médias de águas cinzas brutas obtidas em diferentes estudos

	Valentina (2009)	**Peters (2006)**	**Bazzarella (2005)**	**Paulo et al. (2007)**	**Merz et al. (2007)**	**Gual et al. (2008)**	**Pidou et al. (2007)**
País	Brasil	Brasil	Brasil	Brasil	Marrocos	Espanha	Reino Unido
Fonte da água cinza	Chuveiros, tanques, máquinas de lavar roupas e lavabos	Chuveiros, tanques de lavar roupas e lavabos	Chuveiros, lavatórios, máquina de lavar roupa e efluente de cozinha	Pia da cozinha, máquina de lavar louça, máquina de lavar roupa	Chuveiro	Chuveiros e lavatórios	Chuveiros e lavatórios
Parâmetros							
pH	7,8	7,6	7,07	6,5	7,6	6,8	6,6
Turbidez (NTU)	73	155	168	171,9	29	-	35
Cor (UC)	85	214	533	-	-	-	-
SST (mg/L)	78	129	11,8	129,8	-	32,2	-
DQO (mg/L)	237	280	498	533	109	72,7	144
DBO_5 (mg/L)	106	267	283	359	59	-	39
Alcalinidade (mg $CaCO_3$/L)	55	-	24,9	161	-	-	-
Óleos e Graxas (mg/L)	39	-	80,5	151	-	-	-
NTK (mg/L)	6,53	10,7	11,9	4,5	15,9	4,1	7,6
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	1,28	3,1	6,1	2,81	-	-	-
Nitrato (mg/L)	0,14	0,26	-	0,12	-	-	-
Nitrito (mg/L)	0,4	0,21	-	0,06	-	-	-
Fósforo total (mg/L)	2,87	7,7	2,3	-	1,6	-	-
Coliformes totais (NMP/100mL)	4,36x10^3	7,3x10^4	1,87x10^7	-	-	-	-
E. Coli (NMP/100mL)	5,21x10^0	2,7X10^4	5,2x10^5	-	-	-	-

(fonte: VALENTINA, 2009, p. 98)

Características usualmente encontradas nas águas cinzas são relatadas por Jefferson et al. (1999, p. 286, tradução nossa):

> A água cinza é usualmente gerada pelo uso de sabonete ou produtos de sabão para a lavagem do corpo e assim varia em qualidade de acordo com, entre outras coisas, localização geográfica, demografia e nível de ocupação. A água cinza tem uma concentração orgânica similar ao esgoto doméstico, mas é relativamente baixa em sólidos suspensos e turbidez, indicando que uma proporção maior dos contaminantes está dissolvida. Além do mais, embora a concentração de orgânicos seja similar a dos esgotos domésticos, a sua composição química é bem diferente [...]. Os relativamente baixos valores da biodegradabilidade da matéria orgânica e o desequilíbrio dos nutrientes limita a efetividade do tratamento biológico.

4.3.1 Características Físicas e Químicas

Em análises realizadas com as águas de chuveiros e lavatórios coletadas em banheiros de um edifício residencial de Curitiba/PR e de um complexo esportivo em Passo Fundo/RS, tabela 8, constatou-se (BRASIL, 2005, p. 59-61):

a) alto teor de matéria orgânica, representado pela DBO, o que pode gerar sabor e odor; elevado teor de surfactantes, que pode ocasionar a formação de espumas e odor decorrente da decomposição dos mesmos;

b) elevada concentração de nitrato, que pela sua toxicidade pode causar metahemoglobinemia infantil, uma doença letal;

c) alto teor de fósforo, o que indica a presença de detergentes superfosfatados (compostos por moléculas orgânicas) e matéria fecal;

d) turbidez elevada, que comprova a presença de sólidos em suspensão.

Tabela 8 – Características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas originárias de chuveiros e lavatórios

Parâmetro	Edifício residencial Curitiba/PR	Complexo esportivo Passo Fundo/RS	
		Banheiro masculino	Banheiro feminino
Vazão média dos chuveiros (L/s)	0,058	0,074	0,049
Vazão média dos lavatórios (L/s)	0,078	0,067	0,093
Coliformes fecais (NMP/100mL)	1,1x10^4	1,7x10^4	3,6x10^5
Coliformes totais (NMP/100mL)	>1,6x10^5	>1,6x10^5	>1,6x10^5
pH	7,11	6,91	7,1
DBO (mg/L)	258	174	384
DQO (mg/L)	470	374	723
Sólidos suspensos (mg/L)	180	100	188
Alcalinidade (mg/L)	6,7	5	8,2
Surfactantes (mg/L)	2,18	1,46	3,42
Contagem bacteriológica (UFC/mL)	8,5x10^5	3x10^5	8,5x10^6
Cloretos (mg/L)	26,9	14,7	29,4
Nitrato (mg/L)	27,5	1,52	4,09
Nitrito (mg/L)	<0,003	0,027	0,489
Fósforo total (mg/L)	0,43	0,31	1,79
Turbidez (UT)	340,7	373,2	297,2
Dureza total ($CaCO_3$ mg/L)	5,7	13,6	10,7

(fonte: BRASIL, 2005, p. 60)

De acordo com Eriksson et al. (2002, p. 87, tradução nossa):

> Os parâmetros físicos de relevância para as águas cinzas são a temperatura, cor, turbidez e o teor de sólidos suspensos. Sendo que temperaturas elevadas podem ser desfavoráveis, uma vez que elas contribuem para o crescimento microbiano e podem, nas águas supersaturadas, induzir a precipitação da calcita, por exemplo.

4.3.3 Características Biológicas

As características biológicas são de extrema importância no que diz respeito à qualidade das águas cinzas para reúso. Essas águas podem servir como veículo de transmissão de doenças, caso não sejam submetidas a eficientes processos de tratamento, como explicado por Asano[19] (1998 apud JEFFERSON et al., 1999, p. 288, tradução nossa):

> O foco na qualidade bacteriológica reflete o potencial de exposição humana a água cinza recuperada, de modo que o principal critério é a proteção da saúde pública. Vírus entéricos são conhecidos por serem o grupo mais crítico de patógenos uma vez que eles podem causar doenças até mesmo em baixas doses e não podem ser detectados em análises microbiológicas de rotina. Eles também representam o componente que é mais difícil de processar: pode ser assumido que um processo eficaz na remoção de vírus entéricos será similarmentee eficaz para todos os outros agentes patogênicos [...]. É normal, no entanto, basear os padrões nos mais facilmente quantificáveis organismos indicadores de coliformes fecais ou totais. Essas espécies demonstram um potencial para a transmissão da doença, ao invés de um risco real de doença, mas são de uma qualidade bacteriológica mais familiar que os vírus e mais facilmente mensuradas. Por outro lado, não existe correlação comprovada entre concentrações de espécies indicadoras e os níveis reais de agentes patogênicos, e alguns patógenos são conhecidos por serem mais resistentes ao tratamento do que as espécies indicadoras [...].

Em relação aos microorganismos que podem estar presentes nas águas cinzas e afetar, sobretudo as pessoas que tem a saúde debilitada, é exposto que (ALBRECHTSEN[20], 1998 apud ERIKSSON et al., 2002, p. 89-90, tradução nossa; WORLD HEALTH ORGANIZATION[21], 1989 apud ERIKSSON et al., 2002, p. 89-90, tradução nossa):

> Vírus patogênicos, bactérias, protozoários e helmintos escapam dos corpos de pessoas infectadas em suas fezes e podem ser passados para os outros através da exposição à águas residuais. Esses micro-organismos podem ser introduzidos nas águas cinzas pela lavagem das mãos após o uso do vaso sanitário, lavagem de bebês e crianças pequenas aliado a troca e lavagem de fraldas, vegetais crus e carne crua.

---

[19] ASANO, T. **Wastewater reclamation and reuse**. 1st ed. Pensylvania: Technomic Publishing Company, 1998.

[20] O autor informa que essa obra é de ALBRECHTSEN, H. J., intitulada **Water consumption in residences:** microbiological investigations of rain water and greywater reuse systems de1998, no idioma dinamarquês.

[21] WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture**. 1989. Os dados que faltam não foram fornecidos pelo autor.

> O conhecimento sobre a introdução, sobrevivência e transformação de micro-organismos em um sistema de reúso de águas cinzas é uma questão altamente relevante para se avaliar
>
> *Escherichia coli* é comumente utilizada como um indicador de contaminação fecal e ao investigar o seu teor em águas residuais, valiosas informações sobre os perigos à saúde podem ser obtidas. Além disso, alguns vírus, por exemplo, enterovírus, pode ser transmitido em águas contaminadas com fezes.
>
> Outros parâmetros podem ser de interesse em locais onde pessoas extremamente sensíveis a infecções (por exemplo, pessoas idosas, os HIV-positivos e as pessoas com transplantes de coração) podem ser expostas às águas cinzas (por exemplo, descarga de vasos sanitários). Além disso, as pessoas que podem ter tido contato com fontes infecciosas especiais, ou seja, os refugiados, os imigrantes que visitaram seus países de origem e as pessoas que viajam para locais com problemas especiais de saúde, podem trazer outros patógenos ao retornar desses países. Entre os organismos relevantes estão bactérias como a *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, parasitas como vermes e alguns vírus especiais, como hepatite e enterovírus

Um grave problema que pode ocorrer no reúso de águas cinzas é a inalação dos organismos mais resistentes à desinfecção, por aerossóis da descarga de vasos sanitários, de acordo com Dixon[22] et al. (1999 apud ERIKSSON et al., 2002, p. 90, tradução nossa):

> Organismos que são relativamente resistentes a desinfecção prevalecerão mais tempo dentro do sistema, ou seja o *Cryptosporidium* e *Giardia* (protozoários). *Clostridium perfringens* (protozoário) se espalha por esporos e pode sobreviver por mais tempo do que a maioria dos outros microorganismos. Os esporos podem ser utilizados como indicadores de contaminação fecal cumulativa. Muitas espécies de helmintos podem infectar os seres humanos, mas eles não podem se multiplicar dentro do hospedeiro, com a exceção de *Strongyloides* (FEACHEM[23] et al., 1980). *Legionella* é uma ameaça específica, uma vez que pode ser transmitido por aerossóis e pode ser inalado durante a irrigação de superfície ou descarga do banheiro. Devido ao fato de que é resistente aos processos de tratamento de água, ele pode tornar-se um problema grave.

4.4 TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

As estações de tratamento de águas cinzas (ETAC) são constituídas por tanques operados de maneira integrada (formando um sistema de tratamento), no interior dos quais ocorre a remoção dos constituintes do esgoto, para a recuperação da qualidade da água. Via de regra, essa remoção se dá pela separação de gases e formação de lodo, que podem necessitar tratamentos posteriores. Quando em seu interior ocorrem transformações químicas ou

[22] DIXON, A.; BUTLER, D.; FEWKES, A. Guidelines for greywater reuse: health issues. **Chartered Institution of Water and Environmental Management Journal**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 322-326, 1999.

[23] FEACHEM, R. G.; BRADLEY, D. J.; GARELICK, H.; MARA, D. D. Appropriate technology for water supply and sanitation: health aspects of excreta and sullage management – a state of the art review, **The world Bank**: Transportation, Water and Telecommunications Department, [S .l.], v. 3, 1980.

biológicas, esses tanques são chamados de reatores. Basicamente, os reatores biológicos são classificados em aeróbios e anaeróbios, devido à presença ou não de oxigênio (livre ou molecular) dissolvido no meio (KATO et al., 1999, p. 53-55).

É importante considerar que na fase de projeto de um sistema de reúso de esgotos todas as necessidades dos usuários devem ser quantificadas para a obtenção do volume total a ser reutilizado, de modo que nem todo o volume de esgoto gerado em uma residência deve ser tratado. Contudo, é permitido que esse excedente seja exportado para atender demandas de locais próximos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 21-22).

A NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 22), separa as águas de reúso em quatro classes distintas, conforme a aplicação a que se destinam. Para cada classe, são exigidos diferentes parâmetros de qualidade, conforme disposto no quadro 1.

Quadro 1 – Classes de reúso e respectivos parâmetros exigidos

		Turbidez	**Coliformes fecais (NMP/100ml)**	**Sólidos dissolvidos totais (mg/l)**	**pH**	**Cloro residual (mg/l)**	**Oxigênio dissolvido (mg/l)**
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador. Incluindo chafarizes.	inferior a 5	inferior a 200	inferior a 200	entre 6,0 e 8,0	entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l	-
Classe 2	Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.	inferior a 5	inferior a 500	-	-	superior a 0,5	-
Classe 3	Reúso nas descargas dos vasos sanitários.	inferior a 10	inferior a 500	-	-	-	-
Classe 4	Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	-	inferior a 5.000	-	-	-	acima de 2

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 22)

Os tratamentos recomendados, conforme as classes de 1 a 4, são (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 22):

a) classe 1: nesse nível, serão geralmente necessários tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou lodos ativados por batelada) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração;

b) classe 2: nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou lodos ativados por batelada) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes;

c) classe 3: normalmente, as águas de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão;

d) classe 4: as aplicações devem ser interrompidas pelo menos dez dias antes da colheita.

A Agência Nacional de Águas (ANA) também classifica as águas conforme o reúso pretendido, de modo que a destinada para utilização na descarga dos vasos sanitários recebe classificação 1 e exige os parâmetros de qualidade indicados na tabela 9 para a sua aplicação. Além disso, observa-se que o controle de surfactantes é importante para evitar a formação de espumas nas descargas (BRASIL, 2005, p. 53).

Tabela 9 – Parâmetros de qualidade exigidos para a água de reúso em descargas de bacias sanitárias

Parâmetros	**Concentrações**
Coliformes fecais	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
SST (mg/L)	≤ 5 mg/L
SDT (mg/L)	≤ 500 mg/L

(fonte: BRASIL, 2005, p. 54)

Ainda, de acordo com a NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 22):

> O grau de tratamento para uso múltiplo de esgoto tratado é definido, regra geral, pelo uso mais restringente quanto à qualidade de esgoto tratado. No entanto, conforme o volume estimado para cada um dos usos, podem-se prever graus progressivos de tratamento (por exemplo, se o volume destinado para uso com menor exigência for expressivo, não haveria necessidade de se submeter todo o volume de esgoto a ser reutilizado ao máximo grau de tratamento, mas apenas uma

> parte, reduzindo-se o custo de implantação e operação), desde que houvesse sistemas distintos de reserva e de distribuição.
>
> Nos casos simples de reúso menos exigente (por exemplo, descarga dos vasos sanitários) pode-se prever o uso da água de enxágue das máquinas de lavar, apenas desinfetando, reservando aquelas águas e recirculando ao vaso, em vez de enviá-las para o sistema de esgoto para posterior tratamento. [...].

São apresentadas na tabela 10 e quadro 2, de modo genérico, as faixas de remoção de poluentes e características dos principais processos de tratamento de esgotos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6).

Tabela 10 – Faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento, consideradas em conjunto com o tanque séptico (em %)

Processo / Parâmetro	**Filtro anaeróbio**	**Filtro aeróbio submerso**	**Filtro de areia**
$DBO_{5,20}$	40 a 75	60 a 95	50 a 85
DQO	40 a 70	50 a 80	40 a 75
SNF	60 a 90	80 a 95	70 a 95
Sólidos sedimentáveis	70 ou mais	90 ou mais	100
Nitrogênio amoniacal	-	30 a 80	50 a 80
Nitrato	-	30 a 70	30 a 70
Fosfato	20 a 50	30 a 70	30 a 70
Coliformes fecais	-	-	99 ou mais

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6)

Quadro 2 – Algumas características dos processos de tratamento (exclui tanque séptico)

Processo / Operação	**Filtro anaeróbio**	**Filtro aeróbio submerso**	**Filtro de areia**
Área necessária	Reduzida	Reduzida	Média
Operação	Simples	Simples	Simples
Custo operacional	Baixo	Alto	Médio
Manutenção	Simples	Simples	Simples
Odor/cor no efluente	Sim	Não	Não

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6)

É salientado, por Jefferson et al. (1999, p. 285-286, tradução nossa), que a eficiência das tecnologias de tratamento de águas cinzas devem ser devidamente avaliadas, uma vez que é a

percepção pública dos riscos associados com essa prática que ditam os padrões de qualidade requeridos para a água de reúso, bem como o julgamento da adequação das formas de tratamento propostas. Ainda, de acordo com o autor:

> A maior dificuldade apresentada para o tratamento de águas cinzas é a grande variação de sua composição. Valores médios relatados para a DQO variam de 40 a 371 mg/l entre lugares, com variações semelhantes que aparecem em locais individuais. Essa variação tem sido atribuída a mudanças decorrentes da quantidade e tipo de produtos detergentes empregados durante lavagens. A qualidade da água cinza é também sujeita a variação dinâmica: significantes mudanças químicas podem acontecer em períodos de tempo de apenas algumas horas, embora pouco parece ter sido observado desse fenômeno.

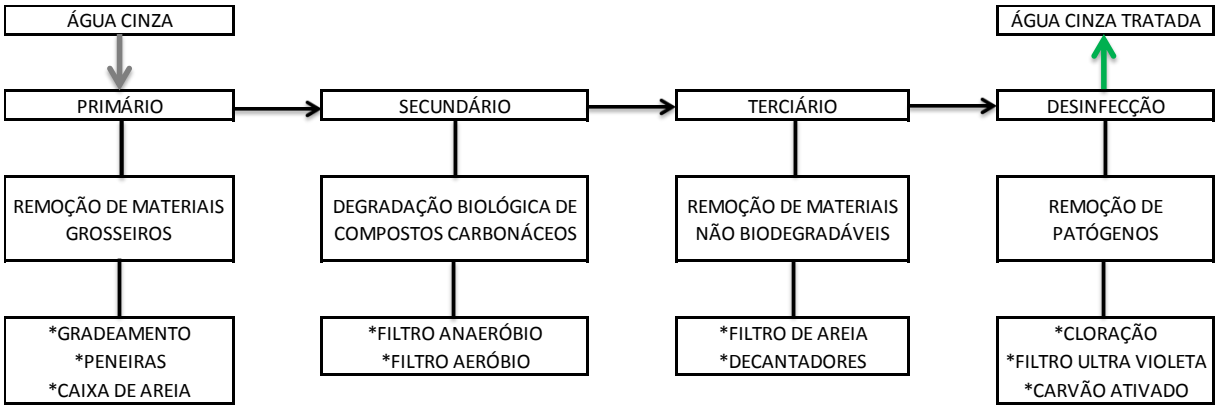
É observado, por Nolde (1999, p. 283, tradução nossa), que a utilização de sistemas de água cinza não registrados e não testados podem trazer riscos à saúde dos usuários. O autor recomenda que seja feita uma inspeção criteriosa do sistema, de acordo com a regulamentação em vigor no país, ou com base em outras, caso o local em questão não possua uma. Além disso, para garantir que não existam ligações cruzadas com a rede de água potável, na primeira operação é importante tingir as águas de reúso.

De acordo com Nolde (1999, p. 283, tradução nossa), existem suficientes exemplos positivos que demonstram a viabilidade da utilização de águas cinzas na descarga de vasos sanitários, sem risco higiênico ou perda de conforto para os usuários. Porém, é indispensável que todos os sistemas de águas cinzas sejam testados sob diferentes condições, tais como contaminações fecais e produtos de limpeza, antes de serem utilizados. Além disso, Nolde (1999, p. 276, tradução nossa), também destaca que de modo similar aos sistemas de uso de águas pluviais, a luz tem um efeito negativo nos sistemas de reúso de água e por isso os tanques de água cinza devem ser protegidos da luz do dia.

A princípio, as águas servidas podem ser reutilizadas para quaisquer finalidades, desde que um tratamento adequado seja feito para se obter os requisitos de qualidade necessários ao uso proposto. São esses requisitos que determinam o grau de tratamento requerido para as águas residuais e a segurança do seu processo de tratamento e operação (ASANO; BAHRI, 2011, p 64). Com base em dez anos de experiência em sistemas de tratamento de água, Nolde (1999, p. 282, tradução nossa) afirma que um tratamento biológico é indispensável para evitar problemas técnicos e riscos à saúde pública.

A figura 7 exemplifica os níveis de tratamento das águas cinzas, partindo do primário até a desinfecção. Indica-se a utilização do filtro aeróbio em série após o anaeróbio.

Figura 7 – Níveis de tratamento das águas cinzas



(fonte: adaptado de ANDRADE NETO; CAMPOS, p. 16)

4.4.1 Tratamento Primário

Uma vez que podem estar presentes consideráveis quantidades de materiais sólidos grosseiros nas águas servidas, tais como: restos de comida, cabelos e areias, é necessária a utilização de grades ou peneiras para a sua remoção (GONÇALVES et al., 2006b, p. 184). A filtragem dessas águas cinzas deve ser feita em três etapas, conforme Christova-Boal[24] et al. (1996 apud GONÇALVES et al., 2006b, p. 184):

> a) pré-filtro, localizado nas saídas da máquina de lavar, do chuveiro e dos lavatórios, para remover materiais grosseiros;
>
> b) uma peneira para remoção de cabelo e partículas de sabão, felpas de tecidos e gordura corporal;
>
> c) filtro fino na linha de suprimento de água para irrigação ou para os vasos sanitários, para reter precipitados ou material sedimentável.

4.4.2 Tratamento Secundário

O tratamento secundário promove a degradação biológica de carboidratos, óleos, graxas e proteínas a compostos mais simples, como, por exemplo, CO_2, H_2O, NH_3, H_2S, etc. Esse

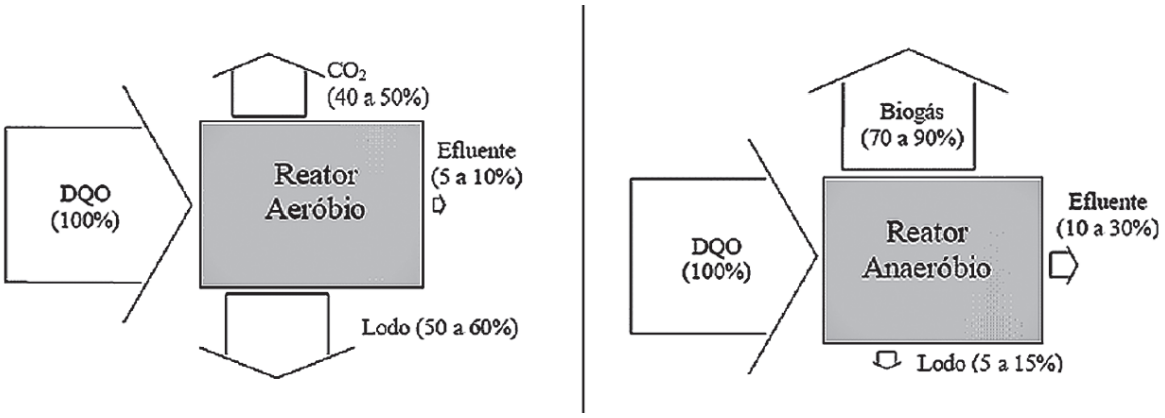
[24] CHRISTOVA-BOAL, D.; EDEN, R. E.; MACFARLANE, S. An investigation into greywater reuse for urban residential properties. **Desalination**, [S. l.], v. 106, n. 1, p. 391-397, 1996.

tratamento é realizado por bactérias que se reproduzem e aumentam de massa, em processo que pode ocorrer via anaeróbia ou aeróbia (ANDRADE NETO; CAMPOS, 1999, p. 16).

As diferenças em relação à capacidade de tratamento dos processos anaeróbios e aeróbios são descritas por Gonçalves et al. (2006b, p. 185):

> Nos sistemas anaeróbios ocorre a conversão da maior parte do material orgânico biodegradável presente na água residuária em biogás (cerca de 70 a 90%) [...] [figura 8]. Cerca de 5% a 15% da matéria orgânica é transformada biomassa microbiana, constituindo-se no lodo excedente do sistema. O efluente do sistema contém de 10% a 30% da matéria orgânica nele presente antes do tratamento. Já nos sistemas aeróbios, a degradação biológica é responsável pela conversão de 40 a 50% da matéria orgânica da água residuária em CO_2. Uma importante fração desta matéria orgânica (de 50 a 60%) é convertida em biomassa microbiana, produzindo lodo excedente do sistema. O material orgânico não convertido em gás carbônico ou em biomassa sai no efluente como material não degradado (5 a 10%).

Figura 8 – Conversão biológica da matéria orgânica nos sistemas aeróbios e anaeróbios de tratamento de esgoto sanitário



(fonte: CHERNICHARO, 2001[25] apud GONÇALVES et al., 2006b, p.185)

4.4.2.1 Tratamento Anaeróbio

A digestão realizada por bactérias anaeróbias promove a transformação de compostos orgânicos complexos em gás carbônico e metano. Nos reatores anaeróbios, aproximadamente 70% da matéria orgânica pode ser removida. Unidades de pós-tratamento podem retirar a fração remanescente (FORESTI et al., 1999, p. 31). Ainda, Andrade Neto e Campos (1999, p. 17-18) ressaltam que para um mesmo afluente líquido, a vantagem do tratamento anaeróbio em relação ao aeróbio é a sua pequena formação de biomassa, ocasionando um volume de lodo em torno de 30% menor para descarte.

[25] Os autores consultados não forneceram as referências bibliográficas da obra citada.

Além dos processos fermentativos que levam à produção de biogás, podem ocorrer outros processos no reator anaeróbio, devido à presença de oxidantes como o nitrato e o sulfato. O nitrato pode ser reduzido para nitrogênio molecular, em processo denominado desnitrificação, e, o sulfato, pode ser reduzido para sulfeto. Porém, ao ocorrer a redução do sulfato, esse oxida matéria orgânica que deixa de se transformar em metano, formando o gás sulfídrico. Esse processo é indesejável, pois o gás sulfídrico é corrosivo e confere odor muito desagradável à fase líquida e ao biogás formado (FORESTI et al., 1999, p. 35).

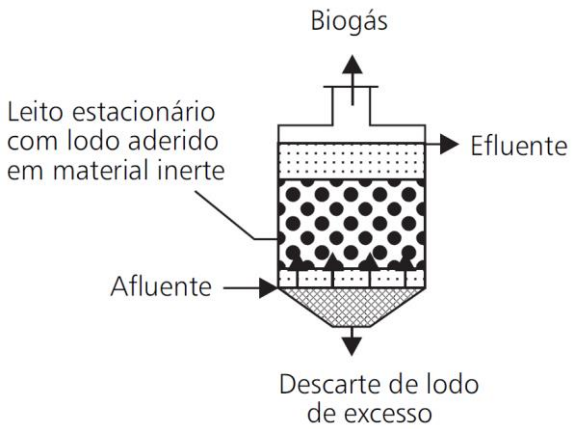
4.4.2.1.1 Filtro Anaeróbio

O funcionamento dos filtros anaeróbios é bem explicado por Kato et al. (1999, p. 76):

> O filtro anaeróbio caracteriza-se por ser uma configuração de reator no interior do qual se preenche parte do seu volume com material de enchimento inerte, que permanece estacionário, e onde se forma um leito de lodo biológico fixo, uma vez que aí se desenvolve uma biomassa aderida. O material de enchimento serve como suporte para os microrganismos, que formam películas ou biofilmes na sua superfície, propiciando alta retenção de biomassa no reator. Portanto, o filtro anaeróbio é tipicamente um reator com imobilização de biomassa por aderência em meio suporte fixo, que se mantém estacionário.

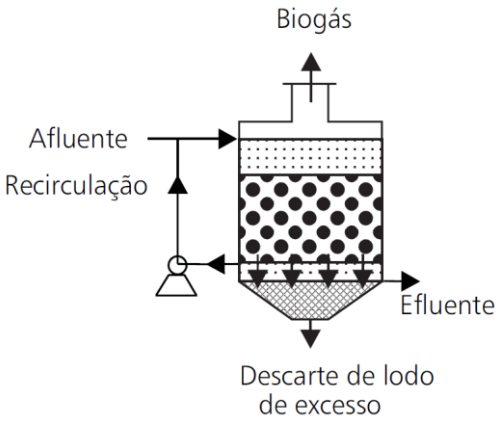
Os mesmos autores indicam a utilização desses filtros para tratamento de esgotos solúveis, águas residuárias de baixa concentração ou após terem sido retidos os sólidos orgânicos de maiores dimensões em unidades de tratamento anteriores (KATO et al., 1999, p. 77). As figuras 9 e 10 representam dois modelos desses filtros.

Figura 9 – Filtro anaeróbio de fluxo ascendente



(fonte: KATO et al., 1999, p. 58)

Figura 10 – Filtro anaeróbio de fluxo descendente



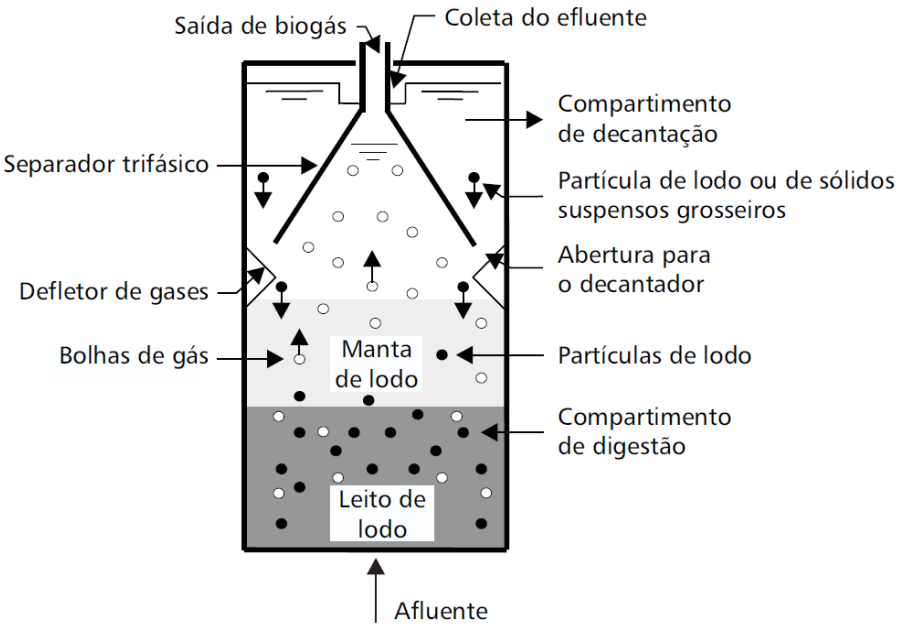
(fonte: KATO et al., 1999, p. 58)

4.4.2.1.2 Reator UASB

O reator UASB, representado na figura 11, é o que produz melhores resultados, e suas características são expressas por Kato et al. (1999, p. 78):

> O reator UASB [reator anaeróbio de manta de lodo] desempenha simultaneamente várias funções que, em outras estações de tratamento aeróbio convencional, são usualmente efetuadas em tanques separados. No tanque do UASB ocorre a sedimentação dos sólidos suspensos do esgoto, que, pela sua densidade e devido ao fluxo hidráulico ascendente, ficam retidos no manto de lodo biológico espesso; da mesma forma, a sedimentação do lodo biológico eventualmente ascende, mas para o qual é essencial a instalação também de um separador de sólidos na parte superior do tanque. O UASB é um reator, portanto, que desempenha o papel de digestão da parte sólida retida, seja o lodo dos esgotos, como de parte da própria biomassa presente, daí resultar um lodo já bem estabilizado, requerendo depois somente secagem, quando do descarte do lodo de excesso. E sendo reator, é evidente que ocorrem também as reações para processamento da parte solúvel que vem com os esgotos. Portanto, a grosso modo, o UASB é ao mesmo tempo um decantador primário, um reator biológico propriamente dito, um decantador secundário e um digestor de lodo.

Figura 11 – Reator UASB



(fonte: CHERNICHARO et al., 1999, p. 159)

4.4.2.2 Tratamento Aeróbio

A etapa aeróbia de tratamento é obrigatória por ser a única capaz de remover a turbidez de maneira consistente para o reúso de água predial, porém, é sempre indicado utilizá-la em série após o tratamento anaeróbio, devido às vantagens desse em relação à decomposição da matéria orgânica (GONÇALVES et al., 2006b, p. 186).

Os processos aeróbios simulam o processo natural de decomposição, com eficiência no tratamento de partículas finas em suspensão. O oxigênio é obtido por aeração mecânica (agitação) ou por insuflação de ar. No tratamento biológico aeróbio, os microorganismos, mediante processos oxidativos, degradam as substâncias orgânicas, que são assimiladas como "alimento" e fonte de energia. Dentre os processos aeróbios, o processo de lodo ativado é um dos mais aplicados e também, de maior eficiência. O termo lodo ativado designa a massa microbiana floculenta que se forma quando esgotos e outros efluentes biodegradáveis são submetidos à aeração (trabalho não publicado)[26].

4.4.3 Tratamento Terciário

De acordo com Gonçalves[27] (2003 apud GONÇALVES et al., 2006b, p. 186), o objetivo do tratamento terciário nos sistemas de reúso de águas cinzas é a desinfecção pela inativação dos organismos patogênicos que podem por em risco a saúde humana, haja visto que a remoção de nutrientes não é necessária para usos residenciais. Uma breve comparação entre as alternativas de desinfecção para as águas de reúso é apresentada por Gonçalves et al. (2006b, p. 186-187):

> Tanto os processos artificiais como os naturais utilizam, isoladamente ou de forma combinada, agentes físicos e químicos para inativar os organismos-alvo. A desinfecção química é realizada através da aplicação de compostos do grupo fenólico, álcoois, halogênios e metais pesados. Os agentes químicos mais utilizados na desinfecção de esgotos são cloro, dióxido de cloro e ozônio. O ozônio é um oxidante extremamente reativo, altamente bactericida, cuja complexidade operacional e o os custos envolvidos, tanto na implantação quanto no funcionamento do sistema, ainda dificultam seu uso extensivo. A utilização da radiação ultravioleta (UV) mostra-se muito competitiva com a cloração/descloração devido à não geração dos subprodutos tóxicos. A filtração em membranas já integra o fluxograma de algumas estações de tratamento, e experimenta crescente aplicação devido à redução de preço das membranas.

É salientado que (JEFFERSON et al., 1999, p. 289, tradução nossa):

> Os sistemas de membrana oferecem uma barreira permanente para as partículas suspensas de dimensões superiores ao material da membrana, que podem variar de 0,5mm, para membranas de microfiltração, até as dimensões moleculares utilizadas para osmose reversa. Apesar dos sistemas de membranas gerarem efluentes com baixíssima turbidez e densidade de coliformes abaixo do limite de detecção, eles apresentam a desvantagem de requererem elevadas demandas de energia.

[26] Informação obtida na apostila da disciplina Microbiologia Industrial, ministrada pela professora Sabrina Dias, no curso de Tecnologia de Produção de Fármacos e Farmácia do Centro Universitário da Zona Oeste.

[27] GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Desinfecção de efluentes sanitários.** Rio de Janeiro: ABES, 2003.

A água tratada pode ser satisfatoriamente desinfetada com uma dose UV, variando entre 250 e 400 $J.m^{-2}$, por esse motivo Nolde (1999, p. 283, tradução nossa) indica que o uso de desinfetantes químicos (por exemplo, compostos de cloro) em sistemas de águas cinzas deve ser evitado.

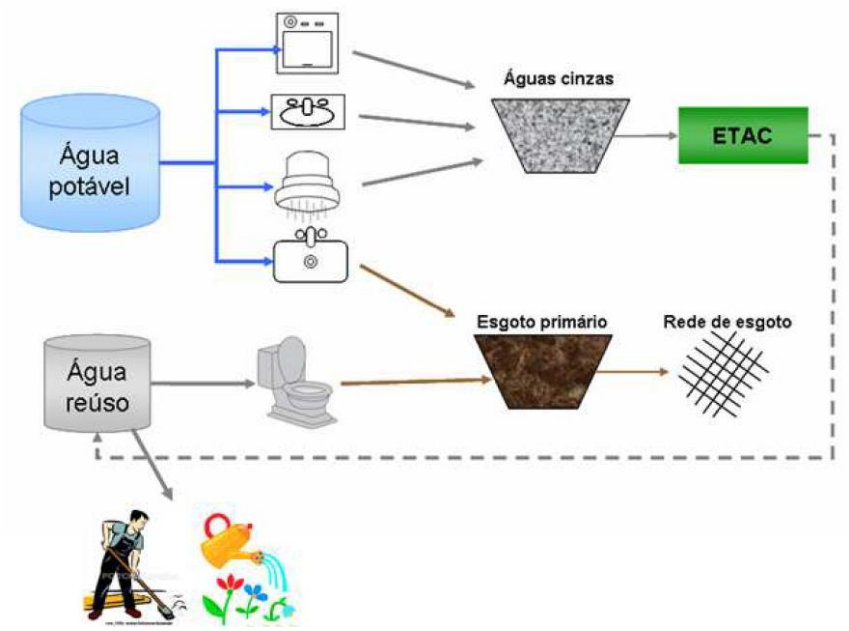
4.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

Nos itens anteriores, foram apresentadas e detalhadas as tecnologias disponíveis para o tratamento das águas cinzas e seu reúso. Pode-se, portanto, dimensionar uma ETAC composta pela associação dessas alternativas de tratamento, afim de que o efluente tratado atinja os padrões de qualidade necessários para utilização na descarga dos vasos sanitários. Porém, isso exige tempo para projetar e construir a ETAC no local. Pensando na facilidade de se empregar a tecnologia de reúso de águas cinzas em novas edificações e explorando um novo e promissor mercado, algumas empresas já produzem ETACs pré-fabricadas para atender a crescente demanda por essa tecnologia de tratamento.

Valentina (2009, p. 65) cita a utilização de uma ETAC pré-fabricada em um edifício residencial multifamiliar de alto padrão, localizado na cidade de Vitória, Espírito Santo. Segundo a autora:

> O sistema hidro-sanitário na edificação com reúso foi concebido de forma a coletar separadamente as águas cinza e águas negras. Ele possui também duas linhas independentes e exclusivas para o abastecimento de água: uma de reúso e a outrade água potável.
>
> A água potável, que é fornecida pela Companhia de Saneamento do Espírito Santo (CESAN) abastece os chuveiros, pias, máquinas de lavar roupas e tanques. As águas cinzas geradas pelos usos destes aparelhos são encaminhadas à Estação de Tratamento de Águas Cinza (ETAC). Após o tratamento, a água cinza tratada, agora chamada de água de reúso, é encaminhada para abastecer as descargas das bacias sanitárias, para lavagem de pisos do térreo e da área de lazer e rega de jardim. Neste edifício, o efluente da pia da cozinha não é considerado água cinza, logo, ele é encaminhado separadamente à rede de coleta de esgoto, junto com o efluente das bacias sanitárias. A [...] [figura 12] ilustra o esquema de distribuição de água potável e água de reúso no edifício.

Figura 12 – Esquema de distribuição das águas potáveis e de reúso no edifício localizado em Vitória/ES



(fonte: GONÇALVES[28] et al. 2004 apud VALENTINA, 2009, p. 66)

O dimensionamento da ETAC estudada por Valentina (2009, p. 66) foi realizado pela empresa que a fabricou. A mesma é constituída por seis módulos que totalizam 27 m² de área, como pode ser visto na figura 13. A autora explica o funcionamento dessa ETAC do seguinte modo (VALENTINA, 2009, p. 66-67):

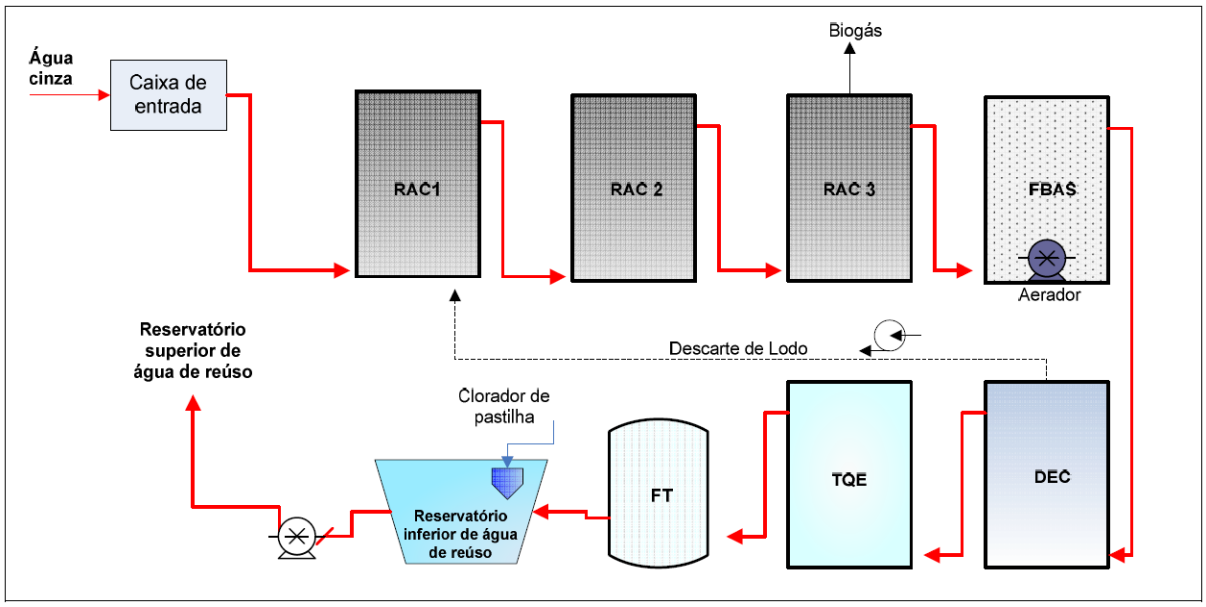
> Toda a água cinza produzida no edifício é encaminhada por gravidade para a ETAC. Após a caixa de entrada ela é conduzida também por gravidade para o Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC), seguido do Filtro Biológico Aerado Submerso (FBAS). O efluente do FBAS é então conduzido para o Decantador (DEC) e deste para o Tanque de Equalização (TQE) e Filtro Terciário (FT). A [...] [figura 14] ilustra o fluxograma da ETAC.
>
> Após a saída da estação, a água cinza tratada passa pela etapa de desinfecção com cloro, que ocorre dentro do reservatório inferior de água de reúso. Após esta etapa de cloração, a água cinza tratada, chamada de água de reúso, segue para o reservatório superior para depois ser distribuída para as descargas das bacias sanitárias e torneiras instaladas no prédio.

[28] GONÇALVES, R. F.; SILVA, G. M.; WANKE, R. **Relatório técnico:** memorial descritivo e de dimensionamento do sistema de reúso de águas cinzas do Hotel Comfort Suítes de Macaé-RJ. Fluir Engenharia Ambiental Ltda, 2004.

Figura 13 – Vista da ETAC instalada no edifício localizado em Vitória/ES

(fonte: VALENTINA, 2009, p. 66)

Figura 14 – Fluxograma da ETAC instalada no edifício localizado em Vitória/ES



(fonte: VALENTINA, 2009, p. 66)

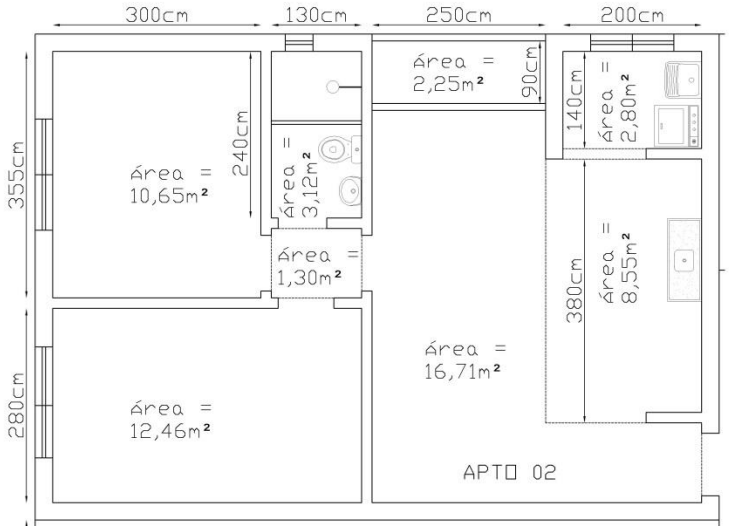
5 PROJETO HIDRÁULICO

Com o objetivo de estabelecer a diferença quantitativa de material empregado entre um projeto hidráulico convencional e um projeto hidráulico que contemple o reúso de águas cinzas, bem como fornecer as diretrizes para o dimensionamento do sistema de reúso, foram elaborados dois projetos hidráulicos descritos detalhadamente nos apêndices A e B do presente trabalho. Além disso, foi feito o dimensionamento da instalação predial de água potável e da instalação predial de esgoto sanitário para cada um dos projetos. Na sequência, apresentam-se os memoriais de cálculo correspondentes a esses.

5.1 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO ANALISADA

A edificação em estudo é um prédio residencial hipotético de dez pavimentos, contendo quatro apartamentos de idênticas dimensões por andar e sistema de medição individualizada de água. Cada apartamento tem área privativa de 57,84 m² e é composto por uma cozinha conjugada com sala e área de serviço, um banheiro e dois dormitórios, como representado na figura 15. Localiza-se na cidade de Porto Alegre/RS, portanto seu projeto hidráulico deve obedecer ao Código de Instalações Prediais de Água e Esgoto de Porto Alegre (Decreto n. 9369) e ao Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre (Lei Complementar nº 420).

Figura 15 – Apartamento tipo da edificação em estudo



(fonte: elaborado pelo autor)

5.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO

A instalação predial de água potável adotada é denominada de sistema indireto, por considerar a existência de reservatórios. Nesse caso, em função das características do prédio, foi considerado um sistema indireto com dois reservatórios, um inferior e outro superior. O sistema de abastecimento inclui o ramal predial, o alimentador predial, os reservatórios e as tubulações de recalque.

O Decreto n. 9369 (PORTO ALEGRE, 2004, p. 12-13) indica que para estimar a população de um prédio residencial a ser atendida pela rede de abastecimento hidráulico, devem ser consideradas duas pessoas por dormitório cuja dimensão seja menor ou igual a 12 m² e três pessoas por dormitório maior que 12 m², por apartamento. Além disso, o referido decreto estabelece como valor mínimo a considerar no dimensionamento, um consumo de água residencial de 200 litros *per capita* por dia.

Dessa forma, a tabela 11 mostra os valores correspondentes para a edificação em análise.

Tabela 11 – Estimativa do consumo de água para a edificação

Número de apartamentos	População a ser atendida	Consumo diário
40	200 pessoas	40 m³/dia

(fonte: elaborado pelo autor)

O dimensionamento do ramal predial para distribuição indireta admite a alimentação continua durante as 24 horas do dia, atendendo ao consumo diário. Portanto, a vazão necessária para suprir o consumo diário é 0,46L/s. O diâmetro da tubulação é calculado pela fórmula 1:

$$Dmin = \sqrt{\frac{4\,Qmin}{\pi\,V}} \qquad \text{(fórmula 1)}$$

Onde:
Dmin: diâmetro interno mínimo necessário para o ramal predial (m)
Qmin: vazão mínima de abastecimento (m³/s)
V: velocidade do escoamento (m/s)

Recomenda-se que a velocidade de escoamento esteja no intervalo de 0,6 m/s à 1 m/s. A tabela 12 apresenta os diâmetros necessários para tal.

Tabela 12 – Diâmetro interno mínimo necessário para o ramal predial

Ramal predial	
V = 0,6m/s	**V = 1m/s**
Dmin = 31,24 mm	Dmin = 24,20 mm

(fonte: elaborado pelo autor)

Conforme o Decreto n. 9369 (PORTO ALEGRE, 2004, p. 8), "Os diâmetros externos do ramal predial que o DMAE oferece são de 20 e 32mm [...].". Dessa forma, foi utilizada tubulação de 32 mm. Para o dimensionamento do alimentador predial adotou-se o mesmo diâmetro.

A NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 10) informa que "O volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para 24 h de consumo normal no edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio.". Sendo assim, considerou-se uma reservação para um período de 24 h, ou seja, igual ao consumo diário, calculado anteriormente como 40.000 L/dia.

De acordo com a Lei Complementar n. 420 (PORTO ALEGRE, 2001), o volume necessário para a reserva de combate a incêndio por hidrantes, para o edifício residencial em estudo é de 10.000 L. Em observância ao Decreto n. 9369 (PORTO ALEGRE, 2004, p. 9), foi determinado que o reservatório inferior armazene 60% do volume do consumo diário, e o superior 40%, como pode ser visto na tabela 13. Além disso, cada reservatório foi dividido em dois compartimentos, ambos dotados de todos os acessórios necessários.

Tabela 13 – Volume de armazenamento dos reservatórios

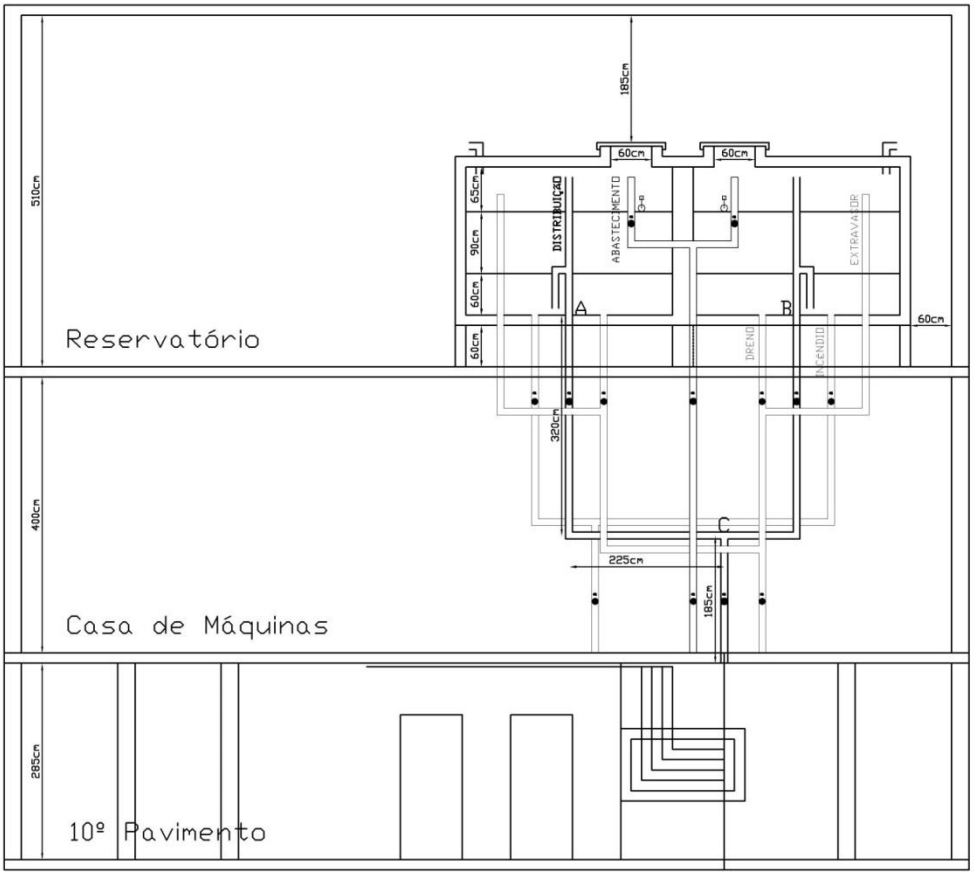
Volume	Reservatório inferior	Reservatório superior
Para consumo diário	24m³	16m³
Para combate a incêndio	0	10m³
Armazenamento total	24m³	26m³
Por compartimento	12m³	13m³

(fonte: elaborado pelo autor)

Haja visto a inexistência de norma específica para o dimensionamento do sistema de abastecimento em prédios com sistema de reúso de águas cinzas, foram considerados os mesmos resultados encontrados no sistema convencional para o cálculo da população a ser atendida, consumo diário, diâmetro do alimentador e ramal predial. No entanto, no sistema com reúso de águas cinzas é necessário, ainda, um reservatório independente no qual a água tratada é armazenada. Como o volume de reserva para o consumo diário calculado anteriormente é de 40.000 L e, conforme uma média razoável para o percentual do consumo de água pelo vaso sanitário igual a 30% do consumido em uma residência brasileira, de acordo com o que foi apresentado no capítulo 3 do presente trabalho, deve-se reservar 12.000 L/dia de água cinza para acionamento das descargas sanitárias.

O dimensionamento do conjunto de tubulação do sistema de abastecimento convencional é apresentado no apêndice C. Na figura 16, está representada a vista em corte do prédio com o reservatório de água potável e a respectiva tubulação de abastecimento.

Figura 16 – Vista em corte do reservatório de água potável e tubulação de abastecimento



(fonte: elaborado pelo autor)

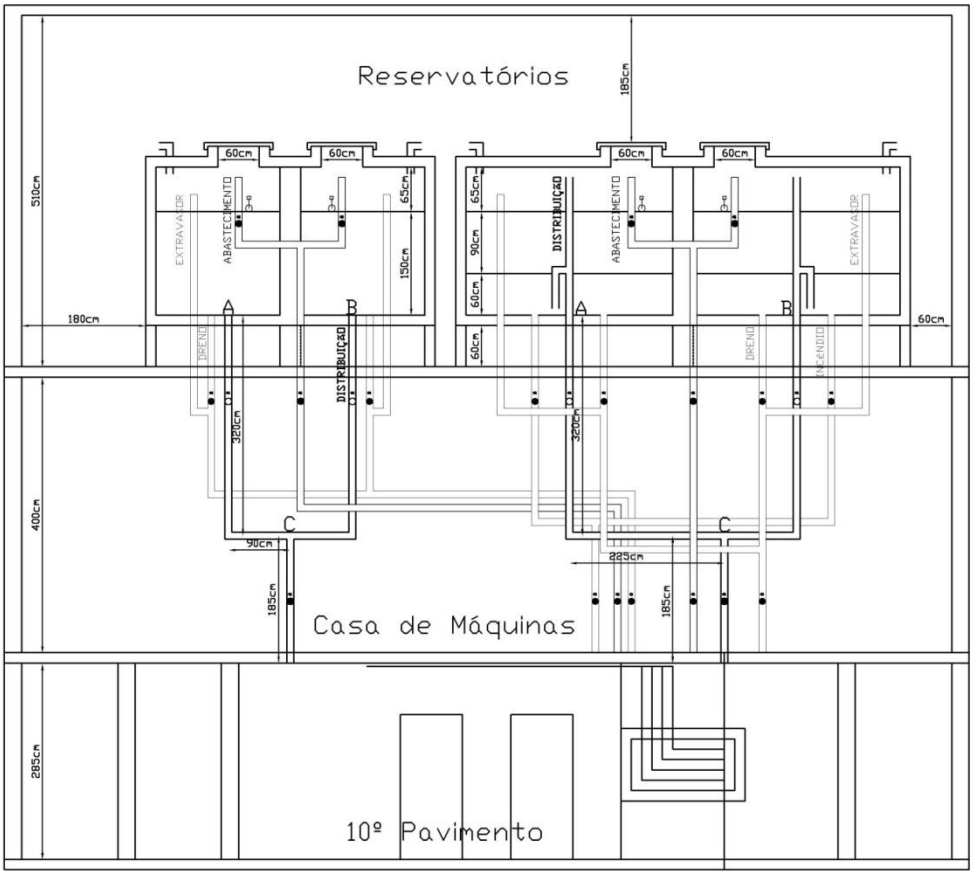
Desconsiderando que o reservatório de água potável utilizado no sistema hidráulico com reúso de águas cinzas possa ter suas dimensões reduzidas, por falta de norma que regulamente essa possibilidade, manteve-se as suas dimensões conforme determinadas para o sistema convencional. A tabela 14 apresenta os volumes de reserva necessários e a figura 17 representa a vista em corte dos 3 pavimentos superiores do prédio e os reservatórios de água potável e água de reúso.

Tabela 14 – Volume de armazenamento dos reservatórios
com sistema de reúso

Volume	Reservatório inferior	Reservatório superior	Reservatório de água de reúso
Para consumo diário	24m³	16m³	12m³
Para combate a incêndio	0	10m³	0
Armazenamento total	24m³	26m³	12m³
Por compartimento	12m³	13m³	6m³

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 17 – Vista em corte dos reservatórios e tubulações de abastecimento
com reúso de águas cinzas



(fonte: elaborado pelo autor)

5.3 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

O sistema de distribuição consiste no conjunto de tubulações que, partindo do reservatório superior, levam a água até o ponto de utilização. Para dimensionar essas tubulações, a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 58) apresenta o método dos pesos relativos. Esse método empírico atribui pesos (tabela 15) aos pontos de utilização em função da vazão de projeto máxima provável, levando em conta a probabilidade de uso simultâneo dos diferentes aparelhos.

Tabela 15 – Vazão de projeto e peso relativo em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de Projeto		Peso relativo
		L/s	L/min	
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	9	0,3
	Válvula de descarga	1,7	102	32
Banheira	Misturador (água fria)	0,3	18	1
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,2	12	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,1	6	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	0,3	18	1
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	9	0,3
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	15	0,7
	Torneira elétrica	0,1	6	0,1
Tanque	Torneira	0,25	15	0,7

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 28)

Para facilitar o dimensionamento das tubulações, a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 31) apresenta um modelo de planilha de cálculo que foi utilizado para determinar os diâmetros de tubulação necessários para os sistemas de abastecimento em questão, conforme pode ser visto nos apêndices C, D e E. Além disso, a mesma norma apresenta a rotina de cálculo que foi seguida para o preenchimento da planilha, de acordo com o quadro 3.

O lançamento da rede de distribuição em planta e vista isométrica é apresentado no apêndice A para o caso do sistema convencional, e no apêndice B para o sistema com reúso de águas cinzas. A partir dessas representações foi possível determinar os comprimentos reais das tubulações e as conexões e singularidades de cada trecho.

Quadro 3 – Rotina de cálculo para dimensionamento das tubulações de abastecimento

Passo	Atividade
1º	Preparar o esquema isométrico da rede e numerar sequencialmente cada nó ou ponto de utilização desde o reservatório ou desde a entrada do cavalete
2º	Introduzir a identificação de cada trecho da rede na planilha
3º	Determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho
4º	Calcular para cada trecho a vazão estimada, em litros por segundo
5º	Partindo da origem de montante da rede, selecionar o diâmetro interno da tubulação de cada trecho, considerando que a velocidade da água não deva ser superior a 3 m/s. Registrar o valor da velocidade e o valor da perda de carga unitária de cada trecho.
6º	Determinar a diferença de cotas entre a entrada e a saída de cada trecho, considerando positiva quando a entrada tem cota superior à da saída e negativa em caso contrário
7º	Determinar a pressão disponível na saída de cada trecho, somando ou subtraindo à pressão residual na sua entrada o valor do produto da diferença de cota pelo peso específico da água (10 kN/m³)
8º	Medir o comprimento real do tubo que compõe cada trecho considerado
9º	Determinar o comprimento equivalente de cada trecho somando ao comprimento real os comprimentos equivalentes das conexões
10º	Determinar a perda de carga de cada trecho
11º	Determinar a perda de carga provocada por registros e outras singularidades dos trechos
12º	Obter a perda de carga total de cada trecho
13º	Determinar a pressão disponível residual na saída de cada trecho, subtraindo a perda de carga total da pressão disponível
14º	Se a pressão residual for menor que a pressão requerida no ponto de utilização, ou se a pressão for negativa, repetir os passos 5º ao 13º, selecionando um diâmetro interno maior para a tubulação de cada trecho

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 33)

O somatório de pesos que deve ser atendido pelo trecho da tubulação em análise permitiu estabelecer a vazão requerida nesse trecho com a utilização da fórmula 2, no quarto passo da rotina de cálculo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 28).

$$Q = 0{,}3\sqrt{\sum P} \qquad \text{(fórmula 2)}$$

Onde:

Q: vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

∑P: soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação.

Para calcular a velocidade no quinto passo da rotina de cálculo, foi utilizada a fórmula 3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 33). Aqui é importante destacar que o diâmetro interno da tubulação foi obtido pelo monograma apresentado na figura 18, que relaciona o diâmetro interno necessário em função da vazão e soma dos pesos, para uma velocidade menor que 3 m/s (trabalho não publicado)[29].

$$V = 4\,(10^3)\,Q\,(\pi^{-1})\,(d^{-2}) \qquad \text{(fórmula 3)}$$

Onde:
V: velocidade em metros por segundo;
Q: vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;
d: diâmetro interno da tubulação, em milímetros.

Os comprimentos equivalentes das conexões, requeridos no nono e décimo primeiro passos, foram estimados com o auxílio da tabela 16 (GRUPO TIGRE, 2008, p. 188).

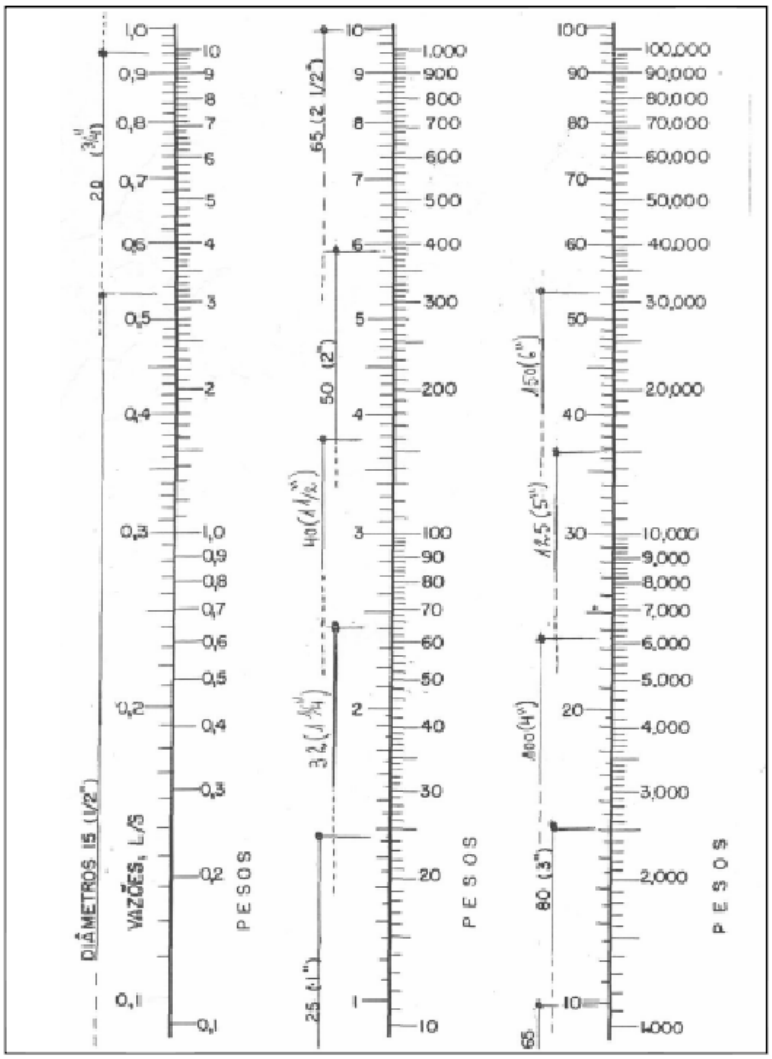
Tabela 16 – Comprimento equivalente de conexões e singularidades, em metro linear

DE (mm)	D. ref. (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direta	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	½"	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	¾"	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	1"	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	1¼"	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
50	1½"	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
60	2"	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75	2½"	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
85	3"	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
110	4"	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1

(fonte: GRUPO TIGRE, 2008, p. 188)

[29] Informação obtida na apostila da disciplina Instalações Hidrossanitárias, ministrada pelo prof. Juan Martín Bravo, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, semestre 2012/2.

Figura 18 – Monograma de vazões em função da soma de pesos e diâmetros internos, para velocidade de escoamento menor que 3 m/s



(fonte: trabalho não publicado)[30]

Para determinar a perda de carga unitária por trecho, a ser utilizada no décimo e décimo segundo passos, foi utilizada a fórmula de Fair-Whipple-Hsiao para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre), fórmula 4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 29).

$$J = 8{,}69\ (10^6)(Q^{1{,}75})(d^{-4{,}75}) \qquad \text{(fórmula 4)}$$

[30] Informação obtida na apostila da disciplina Instalações Hidrossanitárias, ministrada pelo prof. Juan Martín Bravo, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, semestre 2012/2.

Onde:

J: perda de carga unitária, em quilopascals por metro;

Q: vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

d: diâmetro interno da tubulação, em milímetros.

5.4 PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O dimensionamento do projeto de esgotamento sanitário pode ser feito com a utilização do Método das Unidades Hunter de Contribuição, de acordo com a NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 15). O referido método considera o tempo de uso do aparelho sanitário e o tempo decorrido entre duas utilizações consecutivas para estimar a vazão de projeto em forma probabilística, correlacionando uma Unidade Hunter de Contribuição (UHC) com as vazões de projeto, o que permite estimar a relação entre os diâmetros da tubulação com as referidas unidades (trabalho não publicado)[31].

A NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999) apresenta tabelas que relacionam as Unidades Hunter com os diâmetros necessários para o dimensionamento dos ramais de descarga e esgoto, tubos de queda, sub coletores e coletor predial. Em relação à tubulação de ventilação, apresenta tabelas para calcular os diâmetros dos ramais, colunas e barriletes. A tabela 17 mostra as Unidades Hunter de Contribuição relacionadas aos aparelhos sanitários.

Tabela 17 – Unidades Hunter estimadas para os aparelhos sanitários

Aparelho sanitário	Número de Unidades Hunter de Contribuição
Bacia sanitária	6
Banheira de residência	2
Chuveiro de residência	2
Lavatório de residência	1
Pia de cozinha residencial	3
Tanque de lavar roupas	3
Máquina de lavar roupas	3

(fonte: adaptado de ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 16)

[31] Informação obtida na apostila da disciplina Instalações Hidrossanitárias, ministrada pelo prof. Juan Martín Bravo, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, semestre 2012/2.

5.4.1 Esgotamento Sanitário Convencional

No sistema convencional, todos os esgotos gerados são direcionados para o coletor público. A tabela 18 apresenta os diâmetros nominais mínimos necessários para os ramais de descarga e esgoto, com suas respectivas declividades. Na tabela 19 são apresentados os diâmetros requeridos para os tubos de queda.

Tabela 18 – Dimensionamento dos ramais de descarga e esgoto

Ramais de descarga			
Aparelho sanitário	**UHC**	**DNmin (mm)**	**i**
Bacia sanitária	6	100	1%
Chuveiro	2	40	2%
Lavatório	1	40	2%
Pia da cozinha	3	50	2%
Tanque de lavar roupas	3	40	2%
Máquina de lavar roupas	3	50	2%
Ramais de esgoto			
Aparelho sanitário	**UHC**	**DNmin (mm)**	**i**
Cx. sifonada banheiro	9	75	2%
Cx. sifonada lavanderia	6	50	2%

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 19 – Dimensionamento dos tubos de queda

Aparelho sanitário	Tubos de queda			
	UHC	**Nº Pavimentos**	**UHC total**	**DN (mm)**
Banheiro	9	10	90	100
Lavanderia	6	10	60	75
Cozinha	3	10	30	75

(fonte: elaborado pelo autor)

Em relação às caixas de gordura, cada uma delas coleta os resíduos de 10 cozinhas, portanto, de acordo com a NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 18-19) devem ter as seguintes dimensões mínimas: diâmetro interno de 0,60 m; parte submersa do septo de 0,35 m; capacidade de retenção de 120 L; diâmetro nominal da tubulação de saída de DN 100. As caixas de inspeção devem ter as seguintes características: profundidade máxima de 1 m; lado interno mínimo de 0,60 m ou diâmetro mínimo de 0,60 m (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 18). O dimensionamento dos sub coletores e do coletor predial é apresentado na tabela 20.

Tabela 20 – Dimensionamento dos sub coletores
e coletor predial

Sub-coletores	HUC	DN	i	Sub-coletores	HUC	DN	i
Sub Col. 1	30	100	1%	Sub Col. 16	30	100	1%
Sub Col. 2	60	100	1%	Sub Col. 17	90	100	1%
Sub Col. 3	30	100	1%	Sub Col. 18	60	100	1%
Sub Col. 4	30	100	1%	Sub Col. 19	150	100	1%
Sub Col. 5	60	100	1%	Sub Col. 20	150	100	1%
Sub Col. 6	90	100	1%	Sub Col. 21	30	100	1%
Sub Col. 7	90	100	1%	Sub Col. 22	60	100	1%
Sub Col. 8	30	100	1%	Sub Col. 23	30	100	1%
Sub Col. 9	60	100	1%	Sub Col. 24	90	100	1%
Sub Col. 10	30	100	1%	Sub Col. 25	60	100	1%
Sub Col. 11	90	100	1%	Sub Col. 26	150	100	1%
Sub Col. 12	60	100	1%	Sub Col. 27	240	150	1%
Sub Col. 13	150	100	1%	Sub Col. 28	240	150	1%
Sub Col. 14	30	100	1%	Sub Col. 29	240	150	1%
Sub Col. 15	60	100	1%	Sub Col. 30	300	150	1%
				Col. Predial	540	150	2%

(fonte: elaborado pelo autor)

Os ramais e colunas de ventilação são dimensionados conforme indicado na NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999). A tabela 21 apresenta os resultados.

Tabela 21 – Dimensionamento dos ramais de ventilação

Aparelhos sanitários	UHC	DN ramal ventilação (mm)	DN tubo de queda (mm)	DN coluna ventilação (mm)
Banheiro	9	50	100	75
Lavanderia	6	40	75	75
Cozinha	3	40	75	75

(fonte: elaborado pelo autor)

5.4.2. Esgotamento Sanitário com Reúso de Águas Cinzas

O sistema predial de esgoto sanitário incluindo um sistema de reúso de águas cinzas difere do sistema convencional, pois nem todo o esgoto sanitário gerado é encaminhado para o coletor público. Assim, um sistema para coletar as águas cinzas servidas, provenientes dos chuveiros

e lavatórios e direcioná-las para a estação de tratamento é necessário, enquanto o restante dos efluentes não reutilizados são direcionados para o coletor público.

O dimensionamento da tubulação de esgoto para o sistema com reúso de águas cinzas segue a mesma metodologia do esgotamento convencional. Nas tabelas 22 e 23 a seguir, são apresentados os diâmetros de tubulação necessários para os ramais de descarga, esgoto e tubos de queda.

Com o reúso de águas cinzas do lavatório e chuveiro, o sub coletor desses dois aparelhos é ligado ao tanque de equalização da ETAC e não ao coletor predial. A tabela 24 mostra o dimensionamento dos sub coletores de águas cinzas. A tabela 25 apresenta o dimensionamento da tubulação de esgoto que encaminha as águas negras ao coletor público.

Tabela 22 – Dimensionamento dos ramais de descarga e esgoto com reúso de águas cinzas

Ramais de descarga			
Aparelho sanitário	**UHC**	**DN (mm)**	**i**
Bacia sanitária	6	100	1%
Chuveiro	2	40	2%
Lavatório	1	40	2%
Pia de cozinha	3	50	2%
Tanque de lavar roupas	3	40	2%
Máquina de lavar roupas	3	50	2%
Ramais de esgoto			
Aparelho sanitário	**UHC**	**DN (mm)**	**i**
Cx. sifonada banheiro	3	40	2%
Cx. sifonada lavanderia	6	50	2%

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 23 – Dimensionamento dos tubos de queda com reúso de águas cinzas

Aparelho sanitário	Tubos de queda			
	UHC	**Nº Pavimentos**	**UHC total**	**DN (mm)**
Chuveiro e Lavatório	3	10	30	75
Bacia sanitária	6	10	60	100
Cozinha	3	10	30	75
Lavanderia	6	10	60	75

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 24 – Dimensionamento dos sub coletores de águas cinzas

Sub coletores	UHC	DN	i
Sub col. 1	30	100	1%
Sub col. 2	30	100	1%
Sub col. 3	30	100	1%
Sub col. 4	60	100	1%
Sub col. 5	60	100	1%
Sub col. 6	60	100	1%
Sub col. 7	30	100	1%
Sub col. 8	90	100	1%
Sub col. 9	30	100	1%
Sub col. 10	120	100	1%

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 25 – Dimensionamento dos sub coletores de águas negras

Sub coletores	UHC	DN	i	Sub coletores	UHC	DN	i
Sub col. 1	30	100	1%	Sub col. 16	30	100	1%
Sub col. 2	60	100	1%	Sub col. 17	90	100	1%
Sub col. 3	30	100	1%	Sub col. 18	90	100	1%
Sub col. 4	90	100	1%	Sub col. 19	180	100	1%
Sub col. 5	90	100	1%	Sub col. 20	180	100	1%
Sub col. 6	180	100	1%	Sub col. 21	30	100	1%
Sub col. 7	180	100	1%	Sub col. 22	60	100	1%
Sub col. 8	30	100	1%	Sub col. 23	30	100	1%
Sub col. 9	60	100	1%	Sub col. 24	90	100	1%
Sub col. 10	30	100	1%	Sub col. 25	90	100	1%
Sub col. 11	90	100	1%	Sub col. 26	180	100	1%
Sub col. 12	90	100	1%	Sub col. 27	360	150	1%
Sub col. 13	180	100	1%	Sub col. 28	360	150	1%
Sub col. 14	30	100	1%	Sub col. 29	360	150	1%
Sub col. 15	60	100	1%	Sub col. 30	360	150	1%
				Col. predial	720	150	2%

(fonte: elaborado pelo autor)

Como há um tubo de queda exclusivo para o vaso sanitário e outro exclusivo para as águas servidas provenientes do chuveiro e lavatório, há também um ramal de ventilação para cada tubo de queda. O dimensionamento dos ramais e colunas de ventilação é apresentado na tabela 26.

Tabela 26 – Dimensionamento dos ramais e colunas de ventilação com reúso de águas cinzas

Aparelhos sanitários	UHC	DN ramal ventilação (mm)	DN tubo de queda (mm)	DN coluna ventilação (mm)
Bacia sanitária	6	50	100	75
Chuveiro e Lavatório	3	40	75	75
Lavanderia	6	40	75	75
Cozinha	3	40	75	75

(fonte: elaborado pelo autor)

5.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

Foi considerado nesse projeto a utilização de uma Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC) pré-fabricada, conforme o modelo apresentado no capítulo anterior. O emprego dessas estações facilita a instalação de sistemas de reúso nos edifícios, pois elas são dimensionadas pelos próprios fornecedores, de acordo com as necessidades do cliente.

Dado que o prédio em estudo no presente trabalho é hipotético, não foi possível obter as características de qualidade da água cinza bruta que chega até a ETAC para ser tratada. Por esse motivo, foi admitido que essas características são idênticas as obtidas na pesquisa de Valentina (2009, p. 97), conforme a tabela 27, o que justifica para esse trabalho a escolha de uma ETAC semelhante à analisada pela referida autora.

É importante observar que em caso de problemas ou necessidade de manutenção da ETAC, é previsto que as bacias sanitárias recebam água potável para que a população possa acionar as descargas sanitárias. Nessa situação, a água potável será encaminhada até as bacias sanitárias pela tubulação de água cinza de reúso, mediante a abertura de um registro globo em uma tubulação que permita ao reservatório inferior de água potável despejar o volume necessário de água no reservatório inferior de água de reúso, integrante da ETAC pré-fabricada, do qual a água cinza tratada é bombeada até o reservatório superior de reúso. É necessário que essa configuração impeça a contaminação da água potável contida no reservatório inferior, portanto ela só deve entrar em contato com a água cinza de reúso tratada ou as paredes do reservatório inferior da ETAC após deixar a tubulação que a conduz, por despejo.

Tabela 27 – Características da água cinza bruta conduzida à ETAC

Parâmetros	Média	Máximo	Mínimo
pH	7,8	10,46	6,67
Turbidez (NTU)	7,3	274	15
Cor (UC)	85	321	7
SSD (mL/L)	0,66	2,5	0,05
SST (mg/L)	78	226	23
DQO (mg/L)	237	558	71
DBO_5 (mg/L)	106	235	40
Alcalinidade ($CaCO_3$ mg/L)	55	188	20
Óleos e graxas (mg/L)	39	80	8
NTK (mg/L)	6,53	15,46	2,69
Nitrogênio Aoniacal (mg/L)	1,28	5,38	0
Nitrato (mg/L)	0,14	0,49	0
Nitrito (mg/L)	0,4	1,62	0,01
P-total (mg/L)	2,87	10,09	0
O-fosfato (mg/L)	2,23	11,84	0,12
Sulfato (mg/L)	88	135	50
Sulfeto (mg/L)	1,56	3	0
Proteína (mg/L)	96	159	30
Carboidrato (mg/L)	23	40	11
Coliformes totais (NMP/100mL)	4,36 x 10^3	3,16x10^7	2,6x10^2
E. Coli (NMP/100mL)	5,21x10^0	1,7x10^2	1x10^0

(fonte: adaptado de VALENTINA, 2009, p. 97)

5.6 INSTALAÇÃO ELEVATÓRIA

Para fazer o recalque das águas potáveis e de reúso até os reservatórios superiores é necessário dimensionar dois conjuntos de bombas hidráulicas. Em observância ao Decreto n. 9369 (PORTO ALEGRE, 2004, p. 12), cada um desses conjuntos deve ser composto por dois grupos motor-bomba, sendo um o de reserva.

A NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 12) recomenda que o tempo de enchimento de grandes reservatórios seja inferior a seis horas. Desse modo, estabelecendo um tempo de enchimento igual a três horas para o projeto em questão, a vazão de recalque da água potável no edifício em estudo pode ser obtida dividindo o valor do consumo diário pelas três horas de funcionamento do grupo motor-bomba por dia, resultando em 13,33 m^3/h. O diâmetro nominal necessário ao tubo de recalque de água potável é 50 mm, conforme calculado pela fórmula 5.

$$Dr = 1{,}3\sqrt{Qr}\,\sqrt[4]{X'} \qquad \text{(fórmula 5)}$$

Onde:

Dr: diâmetro nominal de recalque

Qr: vazão de recalque (m^3/s)

X': nº de horas de funcionamento da bomba por dia / 24 horas

Utilizando o mesmo procedimento de cálculo para o sistema com reúso, obteve-se uma vazão de recalque de 4 m^3/h para a água cinza e um diâmetro nominal de 32 mm para a sua tubulação de recalque. Os grupos motor-bomba necessários foram determinados pelas curvas de operação dos motores, disponíveis nos catálogos da fabricante, sendo escolhidos os modelos SHE 25-250/55 6 A[32] (7,5 hp, 5,5 kW, 60 Hz, rotor de 250 mm de diâmetro e 3500 RPM) e CAM 706/33[33] (2 hp, 1,5 kW, 60 Hz, rotor de 66 mm de diâmetro e 3450 RPM) para o recalque de água potável e de reúso, respectivamente.

[32] Esse modelo de bomba está no catálogo disponível em: <http://www.portobombas.com.br/fotos/sh-60-td-en%202013.pdf>.

[33] Esse modelo de bomba está no catálogo disponível em: <http://www.portobombas.com.br/fotos/ceaca-60-td-en.pdf>.

6. ESTIMATIVA DO TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Para que possa ser estimado o tempo de retorno do investimento em um sistema de reúso de águas cinzas, é necessário que se calcule o montante investido na sua instalação, a economia promovida com a sua utilização e os gastos de manutenção e operação do sistema. Nos itens a seguir são detalhadas essas estimativas.

6.1 QUANTITATIVO DE MATERIAL E CUSTO DE INVESTIMENTO

A tabela 28 apresenta o quantitativo da tubulação utilizada na distribuição de água potável e de reúso. As tabelas 29 e 30 quantificam o material empregado no afastamento do esgoto.

Tabela 28 – Quantitativo da tubulação de abastecimento em ambos os sistemas

Tubulação de Abastecimento de Água (Reservatório Superior aos Pontos de Consumo)					
Sistema Convencional		Sistema com Reúso de Águas Cinzas			
Tubulação de Água Potável		Tubulação de Água Potável		Tubulação de Água de Reúso	
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
20	72,00	20	72,00	20	40,00
25	462,00	25	442,00	25	48,00
32	525,85	32	548,00	32	98,72
40	20,40	40	6,00	40	0,00
50	0,00	50	6,00	50	0,00
60	35,68	60	23,28	60	0,00

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 29 – Quantitativo dos ramais de descarga e esgoto em ambos os sistemas

Ramais de Descarga e Esgoto			
Sistema Convencional		Sistema com Reúso de Águas Cinzas	
Diâmetro (mm)	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
40	95,22	40	166,62
50	194,47	50	194,47
75	64,48	75	0,00
100	63,60	100	63,60

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 30 – Quantitativo dos tubos de queda em ambos os sistemas

Tubos de Queda		
Sistema Convencional		
Aparelhos Sanitários	**DN (mm)**	**Comprimento (m)**
Banheiro	100	120
Lavanderia	75	120
Cozinha	75	120
Sistema com Reúso de Águas Cinzas		
Aparelhos Sanitários	**DN (mm)**	**Comprimento (m)**
Chuveiro e Lavatório	75	120
Bacia Sanitária	100	120
Cozinha	75	120
Lavanderia	75	120

(fonte: elaborado pelo autor)

A tabela 31 mostra o quantitativo da tubulação de ventilação. Na tabela 32, o quantitativo empregado nos sub coletores é exposto.

Tabela 31 – Quantitativo dos tubos de ventilação em ambos os sistemas

Sistema Convencional				
Aparelhos Sanitários	**DN ramal ventilação (mm)**	**Comprimento (m)**	**DN coluna ventilação (mm)**	**Comprimento (m)**
Banheiro	50	64,17	75	124,46
Lavanderia	40	61,91	75	120,00
Cozinha	40	62,65	75	120,00
Sistema Com Reúso de Águas Cinzas				
Aparelhos Sanitários	**DN ramal ventilação (mm)**	**Comprimento (m)**	**DN coluna ventilação (mm)**	**Comprimento (m)**
Bacia Sanitária	50	41,328	75	120,00
Chuveiro e Lavatório	40	63,824	75	124,00
Lavanderia	40	61,91	75	120,00
Cozinha	40	62,65	75	120,00

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 32 – Quantitativo dos sub coletores em ambos os sistemas

Sistema Convencional		Sistema Com Reúso de Águas Cinzas			
Sub-coletores		Sub-coletores de Águas Negras		Sub-coletores de Águas Cinzas	
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
100	107,01	100	107,01	100	72,62
150	35,00	150	35,00	150	0,00

(fonte: elaborado pelo autor)

As tabelas 33 e 34 apresentam os custos totais com tubulação no projeto convencional e com reúso de águas cinzas, respectivamente. Os valores foram orçados com fornecedores de materiais da cidade de Porto Alegre. Verificou-se que o custo com a tubulação de água não teve grande diferença, como era previsto, pois foi mantido o traçado o mais similar possível entre os dois sistemas. A grande diferença nos valores da tubulação de esgoto foi devido a necessidade de construir uma rede de coletores exclusiva para as águas cinzas até a estação de tratamento compacta.

Tabela 33 – Custo da tubulação no projeto convencional

Sistema Convencional							
Tubulação de Água				Tubulação de Esgoto			
DN (mm)	Comprimento (m)	Preço (R$/m)	Custo (R$)	DN (mm)	Comprimento (m)	Preço (R$/m)	Custo (R$)
20	72,00	1,30	93,60	40	167,22	2,35	392,97
25	462,00	1,84	850,08	50	219,47	4,38	961,27
32	525,85	3,69	1940,39	75	529,48	5,65	2991,58
40	20,40	5,10	104,04	100	290,61	7,09	2060,43
50	0,00	6,90	0,00	150	35,00	16,40	573,96
60	35,68	10,36	369,59				
Total:			**3.357,70**	**Total:**			**6.980,21**

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 34 – Custo da tubulação no projeto com reúso de águas cinzas

Sistema Com Reúso de Águas Cinzas							
Tubulação de Água				Tubulação de Esgoto			
DN (mm)	Comprimento (m)	Preço (R$/m)	Custo (R$)	DN (mm)	Comprimento (m)	Preço (R$/m)	Custo (R$)
20	112,00	1,30	145,60	40	355,00	2,35	834,25
25	490,00	1,84	901,60	50	235,80	4,38	1032,79
32	646,72	3,69	2386,40	75	844,00	5,65	4768,60
40	6,00	5,10	30,60	100	363,23	7,09	2575,33
50	6,00	6,90	41,40	150	35,00	16,40	573,96
60	23,28	10,36	241,13				
Total:			**3.746,73**	**Total:**			**9.784,92**

(fonte: elaborado pelo autor)

O custo estimado de concreto para a construção dos reservatórios é descrito na tabela 35, de acordo com a cotação do SINAPI[34] no mês de outubro. Em pesquisa com uma empresa que produz ETACs pré-fabricadas, o custo de uma estação de tratamento adequada para produzir a vazão de água de reúso demandada pelo projeto em estudo foi estimado em R$ 50.000,00.

[34] Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Os dados podem ser acessados em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/relatorio_insumos.asp>.

Tabela 35 – Custo dos reservatórios

Concreto	Água potável		Água de Reúso
	Reservatório Superior	Reservatório Inferior	Reservatório Superior
Volume de concreto (m³)	9,26	9,26	5,73
Custo do concreto usinado 22,5 MPA (R$/m³)	328,4	328,4	328,4
Total	**R$ 3.041,31**	**R$ 3.041,31**	**R$ 1.882,72**

(fonte: elaborado pelo autor)

No orçamento realizado com uma empresa especializada em bombas hidráulicas, o custo do motor-bomba para o recalque da água potável é de R$ 13.049,00 por unidade e para a água de reúso R$ 2.900,00 a unidade. A partir desses dados, temos o custo total do sistema convencional avaliado em R$ 42.518,53 enquanto o investimento no sistema com reúso de águas cinzas é orçado em R$ 103.394,99, mostrando-se 59% mais caro.

6.2 GASTO COM SERVIÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E REMOÇÃO DE ESGOTOS

O preço básico da água em Porto Alegre, vigente em novembro de 2013, para a categoria residencial é R$ 2,50/m³ (PORTO ALEGRE, 2012). Para determinar o valor do gasto mensal com água potável, utilizamos a fórmula 6 (PORTO ALEGRE, 2013b).

$$Gasto\ mensal = [PB(0{,}2711)(C/E)^{1{,}43577}]E \qquad \text{(fórmula 6)}$$

Onde:
PB = preço básico (R$/m³)
C = consumo mensal de água (m³)
E = número de economias

Utilizando o sistema convencional de abastecimento, o consumo de água potável foi estimado em 40 m³/dia, o que equivale a 1.200 m³/mês, e resulta em um gasto de R$ 3.580,44/mês, correspondente a R$ 89,51/mês por apartamento. Com a utilização do sistema de reúso de

águas cinzas, e considerando que a água coletada do chuveiro e lavatório do banheiro é suficiente para abastecer a demanda de descarga da bacia sanitária, conforme os hábitos brasileiros, o consumo de água potável estimado é 30% menor, ou seja, 28 m³/dia, equivalente a 840 m³/mês, resultando em um gasto de R$ 2.145,52/mês, que corresponde a R$ 53,64/mês por apartamento. Portanto, o sistema de reúso promove uma economia de R$ 1.434,92/mês no valor total do gasto em consumo de água potável do prédio, ou seja, R$ 35,87/mês por apartamento.

O valor total da conta de água é calculado pela soma dos serviços de abastecimento de água potável e remoção dos esgotos. A fórmula 7 indica como calcular o gasto mensal referente a parcela de esgotos (PORTO ALEGRE, 2013). O preço básico do serviço de remoção de esgotos em Porto Alegre, vigente em novembro de 2013, para a categoria residencial é R$ 2,50/m³ (PORTO ALEGRE, 2012).

$$Gasto\ mensal = PB\ (C)\ 0{,}8 \qquad \text{(fórmula 7)}$$

Onde:
PB = preço básico (R$/m³)
C = consumo mensal de água (m³)

Utilizando o sistema convencional de abastecimento, o gasto mensal com a remoção de esgotos é estimado em R$ 2.400,00/mês, ou seja, R$ 60,00/mês por apartamento. Com a utilização do sistema de reúso de águas cinzas o consumo de água potável é 30% menor, portanto essa porcentagem de esgoto também deixa de ser produzida, reduzindo o gasto mensal com remoção de esgotos para R$ 1.680,00/mês, igual a R$ 42,00/mês por apartamento. Desse modo, o sistema de reúso promove uma economia de R$ 720,00/mês no valor total do gasto com esgotos, equivalente a R$ 18,00/mês por apartamento.

Portanto, o valor total da conta de água no sistema convencional é estimado em R$ 5.980,44/mês, correspondente a R$ 149,51/mês por apartamento. No sistema com reúso de águas cinzas, esses valores ficam em R$ 3.825,52/mês, ou R$ 95,64/mês por apartamento. Assim, a economia na conta de água com o sistema de reúso de águas cinzas é de R$ 2.154,92/mês, equivalente a R$ 53,87/mês por apartamento.

6.3 GASTO COM ENERGIA ELÉTRICA

O gasto com energia elétrica para o funcionamento das bombas hidráulicas pode ser estimado com base no valor da tarifa praticada pela concessionária AES-SUL, que atende a cidade de Porto Alegre. Desconsiderando os tributos, o valor cobrado é de R$ 0,26/kWh (BRASIL, 2013). Portanto, para a bomba destinada a água potável, cuja potência é 5,5 kW, tem-se um gasto de R$ 4,29/dia em energia elétrica, ou seja, R$ 128,70/mês, correspondente a R$ 3,22/mês por apartamento. No caso da bomba de recalque para a água de reúso, cuja potência é 1,5 kW, esse gasto é de R$ 1,17/dia, o que equivale a R$ 35,10/mês e um incremento de R$ 0,88/mês por economia no rateio dos gastos com o funcionamento das bombas hidráulicas.

6.4 TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Para a estimativa do tempo de retorno do investimento, foi utilizado o Método do Valor Presente Líquido, dado pela fórmula 8 (trabalho não publicado)[35]:

$$VPL = \frac{R_0}{(1+i)^0} + \frac{R_1}{(1+i)^1} + \cdots + \frac{R_N}{(1+i)^N} \qquad \text{(fórmula 8)}$$

Onde:
VPL = valor presente líquido ao final último período de capitalização (R$)
R_N = fluxo de caixa no período “N” de capitalização (R$)
N = número de períodos de capitalização
i = taxa mínima de atratividade

Considerando um taxa mínima de atratividade igual ao valor do último reajuste da tarifa de água efetuado pelo DMAE/RS, ocorrido em 2 de janeiro de 2013, tendo como base o IGP-M[36] acumulado em 2012, que foi de 7,82% a.a. e uma taxa de capitalização mensal, esse reajuste é equivalente a 0,65% a.m. Nessa estimativa também foram contabilizados os gastos com energia elétrica, calculados anteriormente, e suposto um custo de manutenção anual para o

[35] Informação obtida nas notas de aula da disciplina Engenharia Econômica e Avaliações, ministrada pelo prof. Everton Farias, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, semestre 2010/2.

[36] O Índice Geral de Preços do Mercado é calculado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas e divulgado no final de cada mês de referência. Os dados podem ser acessados em: < http://www.portalbrasil.net/igpm.htm>.

sistema hidráulico de reúso igual a 1% do valor total investido nele, ou seja R$ 1.033,95. Dessa forma, o tempo de retorno do investimento no sistema de reúso de águas cinzas para o prédio residencial em estudo é estimado em 5,2 anos.

A título de comparação, a mesma estimativa foi realizada considerando uma taxa mínima de atratividade igual a remuneração dos depósitos para poupança, que é calculada pela Lei n. 8177, de 1º de março de 1991. Sendo a meta da taxa Selic de 10% a.a., conforme a última reunião Copom realizada em 27 de novembro, e a Taxa Referencial igual a 0,0207% a.m., divulgada pelo Banco Central do Brasil referente a novembro, temos uma taxa mínima de atratividade igual a 0,5207% a.m. Dessa forma, o tempo de retorno do investimento é estimado em 4,9 anos.

Contudo, uma estimativa ainda mais interessante é o cálculo do tempo de retorno do custo incremental do sistema com reúso de águas cinzas. Ou seja, avaliar em quanto tempo é ressarcida a diferença investida nesse sistema, em comparação ao sistema convencional. Para tanto, a tabela 36 detalha a diferença do valor gasto no sistema hidráulico com reúso de águas cinzas em relação ao sistema hidráulico convencional.

Tabela 36 – Custo incremental do sistema de reúso de águas cinzas

Materiais	**Custos**		
	Sistema com reúso de águas cinzas	**Sistema convencional**	**Diferença**
Tubulação de água (R$)	3.746,73	3.357,70	389,03
Tubulação de esgoto (R$)	9.784,92	6.980,21	2.804,71
Reservatórios de água potável (R$)	6.082,62	6.082,62	0,00
Reservatório de água cinza (R$)	1.882,72	0,00	1.882,72
Conjunto motor-bomba para a água potável (R$)	26.098,00	26.098,00	0,00
Conjunto motor-bomba para a água de reúso (R$)	5.800,00	0,00	5.800,00
ETAC (R$)	50.000,00	0,00	50.000,00
Total			**60.876,46**
Tarifas	**Gastos**		
Água potável (R$/mês)	2.145,52	3.580,44	-1.434,92
Remoção de esgotos (R$/mês)	1.680,00	2.400,00	-720,00
Energia elétrica (R$/mês)	163,80	128,70	35,10
Total			**-2.119,82**

(fonte: elaborado pelo autor)

Portanto, ainda considerando o custo de manutenção anual de R$ 1033,95, o tempo de retorno do custo incremental do sistema para a taxa mínima de atratividade de 0,65% a.m. é estimado em 2,75 anos. Considerando a taxa de 0,5207% a.m., também se estima em 2,75 anos o tempo de retorno. Apesar das taxas serem diferentes, houve coincidência no tempo de retorno devido ao custo de manutenção ter sido contemplado em uma parcela única anual, no mês de dezembro de cada ano. Desse modo, pode-se ver que a diferença financeira investida, ao se optar pela instalação de um sistema de reúso de águas cinzas no prédio em estudo, tem retorno rápido, sendo um sistema economicamente atrativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à crescente escassez de água potável, o reúso das águas cinzas se mostra como uma interessante alternativa para atenuar essa situação. A pesquisa mostrou que os volumes de águas cinzas produzidos nas residências brasileiras são compatíveis com a demanda necessária para o acionamento das descargas sanitárias e as tecnologias de tratamento existentes permitem que se faça essa utilização, com tratamento local.

Em relação ao prédio residencial em estudo, o custo de instalação do sistema hidráulico com reúso de águas cinzas se mostrou 59% mais caro que o sistema convencional, diferença que seria repassada ao valor de venda dos apartamentos. Portanto, quem estivesse disposto a gastar na aquisição de um apartamento com essa tecnologia teria o retorno de seu investimento, propiciado pela economia na conta de água, em 5,2 anos. Passado esse período, começaria a ter um lucro de R$ 52,99/mês, ou mais, caso a tarifa da água continuasse a subir.

Contudo, deve-se atentar que aqueles que deixassem de investir em um sistema de reúso, continuariam a ter que pagar por um sistema hidráulico convencional. Assim, o que realmente interessa é a diferença financeira efetiva entre os dois sistemas, a qual é paga em apenas 2,75 anos, gerando uma economia significativa na conta de água. Esse tempo de retorno ficou abaixo dos 5 anos esperados como hipótese, mostrando que no prédio residencial em estudo esse investimento é viável e atrativo economicamente. Aliado aos benefícios ambientais propiciados com a reutilização das águas cinzas e a crescente escassez dos recursos hídricos, considera-se que é necessário a continuidade de estudos e investimentos nessa tecnologia, bem como a elaboração de normas e regulamentações que visem facilitar e incentivar a sua implementação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, C. O.; CAMPOS, J. R. Introdução. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 1-28. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabcamposfinal.pdf>. Acesso em: 4 maio 2013.

ASANO, T.; BAHRI, A. Global challenges to wastewater reclamation and reuse. In: WORLD WATER WEEK IN STOCKHOLM, 20th, 2010, Stockholm. **Proceedings...** Stockholm: [s. n.], 2011. p. 65-73. Disponível em: <http://www.worldwaterweek.org/documents/Resources/Best/2010/OntheWaterFront2010_FINAL.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969:** tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 5626:** Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo: Prol, 2005. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/files/2011/11/ManualConservacaoReúsoAguaEdificacoes.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifas Residenciais Vigentes**. Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>. Acesso em: 17 nov. 2013.

CHERNICHARO, C. A. L.; VAN HAANDEL, A.; AISSE, M. M.; CAVALCANTI, P. F. F. Reatores anaeróbios de manta de lodo. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 155-198. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabcamposfinal.pdf>. Acesso em: 4 maio 2013.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, Kongens Lyngby, v. 4, n. 1, p. 85-104, 2002. Disponível em: <http://www.aseanenvironment.info/Abstract/41017529.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2013.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3676/2042>. Acesso em: 15 mar. 2013.

FORESTI, E.; FLORÊNCIO, L.; VAN HAANDEL, A.; ZAIAT, M.; CAVALCANTI, P. F. F. Fundamentos do tratamento anaeróbio. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 29-52. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabcamposfinal.pdf>. Acesso em: 4 maio 2013.

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. Introdução. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso racional da água em edificações**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/PROSAB/livros/Uso%20%C3%81gua%20-%20final.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2013.

GONÇALVES, R. F.; ALVES, C. W.; ZANELLA, L. Conservação de água no meio urbano. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso racional da água em edificações.** 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006a. p. 29-72. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/PROSAB/livros/Uso%20%C3%81gua%20-%20final.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2013.

GONÇALVES, R. F.; BAZZARELLA, B. B.; PETERS, M. R.; PHILIPPI, L. S. Gerenciamento de águas cinzas. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso racional da água em edificações.** 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006b. p. 153-222. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/PROSAB/livros/Uso%20%C3%81gua%20-%20final.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2013.

GRUPO TIGRE. **Manual técnico Tigre**: orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais. Tigre S.A., Joinville, 2008.

JEFFERSON, B.; LAINE, A.; PARSONS, S.; STEPHENSON, T.; JUDD, S. Technologies for domestic wastewater recycling. **Urban Water**, Cranfield, v. 1, n. 4, p. 285-292, 1999. Disponível em: <http://www.chs.ubc.ca/archives/files/Technologies%20for%20domestic%20wastewater%20recycling.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2013.

KATO, M. T.; ANDRADE NETO, C. O.; CHEMICHARO, C. A. L.; FORESTI, E.; CYBIS, L. F. Configurações de reatores anaeróbios. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 53-99. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabcamposfinal.pdf>. Acesso em: 4 maio 2013.

MAYER, P. W.; De OREO, W. B.; OPITZ, E. M.; KIEFER, J. C.; DAVIS, W. Y.; DZIEGIELEWSKI, B.; NELSON, J .O. **Residential End Uses of Water.** Denver, American Water Works Association, 1999. Disponível em: <http://www.waterrf.org/PublicReportLibrary/RFR90781_1999_241A.pdf>. Acesso em: 5 outubro 2013.

NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings – over ten years experience in Berlin. **Urban Water**, Berlin, v. 1, n. 4, p. 275-284, 1999. Disponível em: <ftp://ftp.technion.ac.il/pub/supported/eranf/Booklet/systems/for%20indoor%20use/nolde_systems%20in%20multystorey%20buildings.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2013.

PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal de Obras e Viação. **Lei Complementar n. 420**, 2001. Institui o Código de Proteção contra Incêndio de Porto Alegre e dá outras providências.

Secretaria Municipal de Obras e Viação. Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smov/usu_doc/incendio.pdf>. Acesso em: 16 mar 2013.

_____. Departamento Municipal de Água e Esgotos. **Decreto n. 9369**, 29 de dezembro de 1998. Regulamente a Lei complementar n. 170, de 31/12/87, alterada parcialmente pela Lei Complementar n. 180, de 18/08/88, a qual estabelece normas para instalações hidrossanitárias e serviços públicos de abastecimento de água e esgoto sanitário prestados pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos. Porto Alegre, 2004. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/cip9369-decreto.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2013.

_____. Departamento Municipal de Água e Esgotos **Decreto n. 18141**, 27 de dezembro de 2012. Estabelece os preços a serem cobrados, pelos serviços de distribuição de água e remoção de esgotos prestados pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://dopaonlineupload.procempa.com.br/dopaonlineupload/716_ce_56274_1.pdf>.

_____. Departamento Municipal de Água e Esgotos. **Fórmula de cálculo do serviço de esgoto**. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmae/default.php?p_secao=180>.

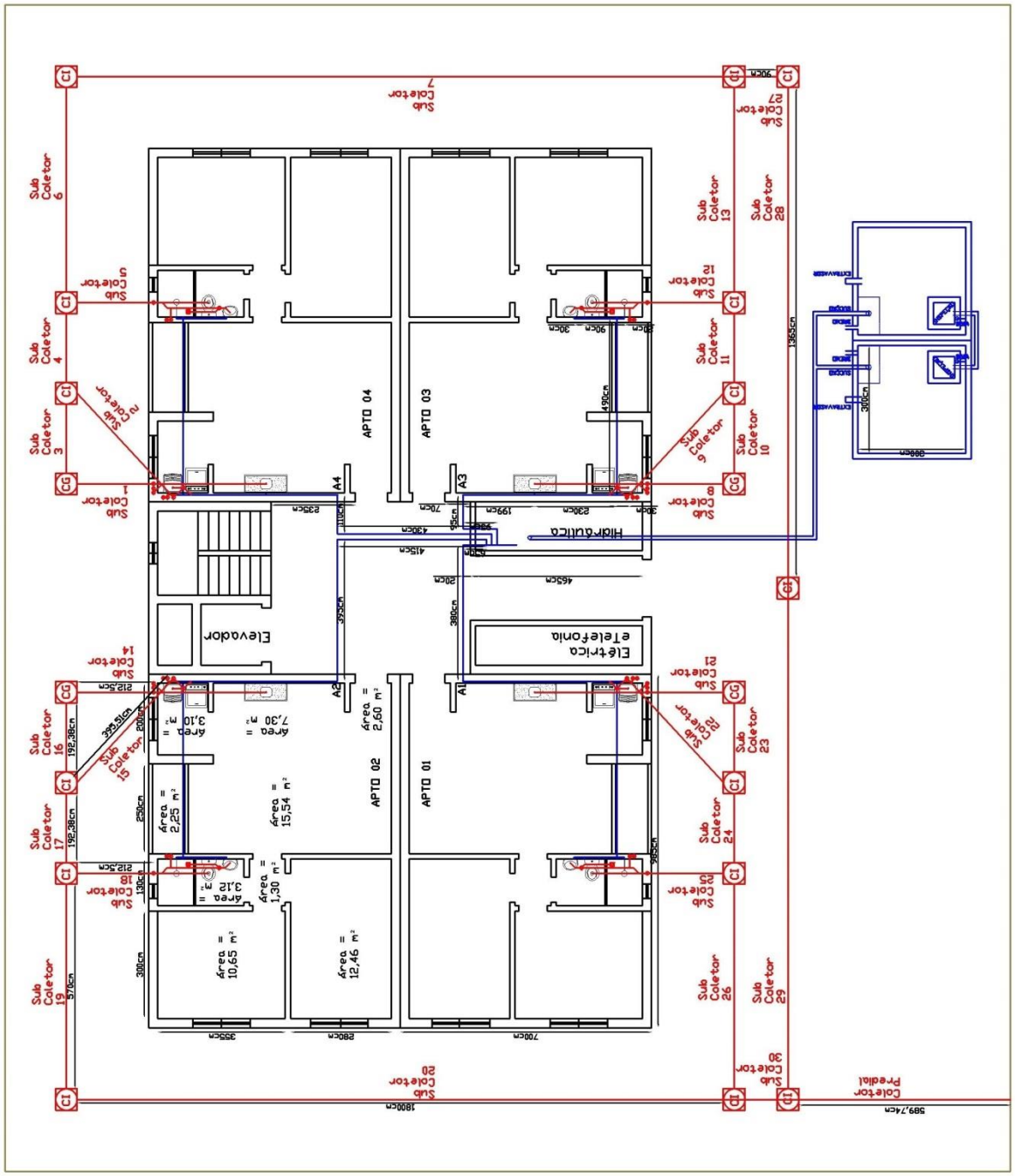
_____. Departamento Municipal de Água e Esgotos. **Serviço de Distribuição de Água – Fórmula de Cálculo**. Porto Alegre, 2013b. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmae/default.php?p_secao=177>. Acesso em: 17 nov. 2013.

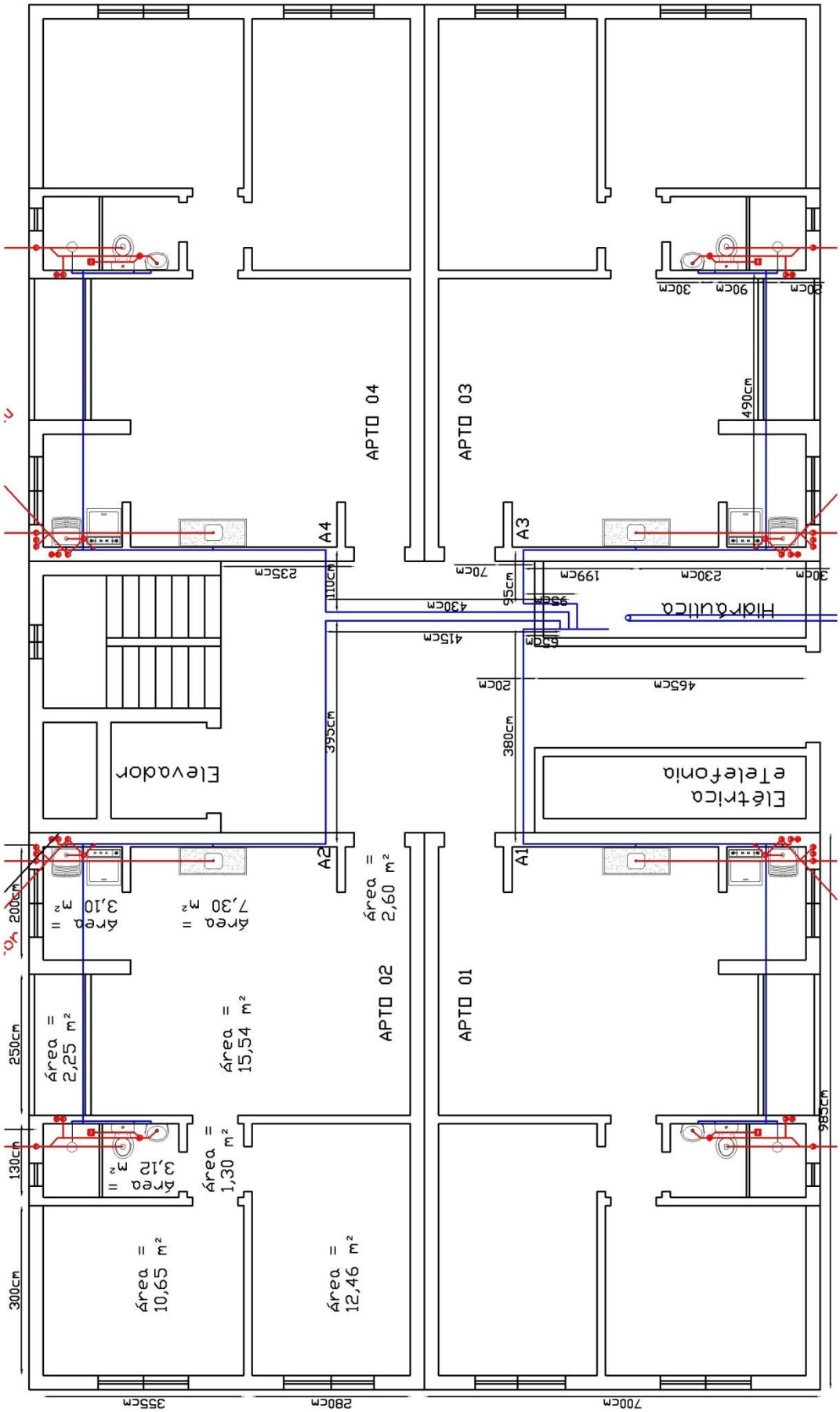
SILVA, G. S. da. **Programas permanentes de uso racional da água em *campi* universitários:** o programa de uso racional da água da universidade de São Paulo. 2004. 482 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-12042005-102420/pt-br.php>[37]. Acesso em: 4 ago. 2013.

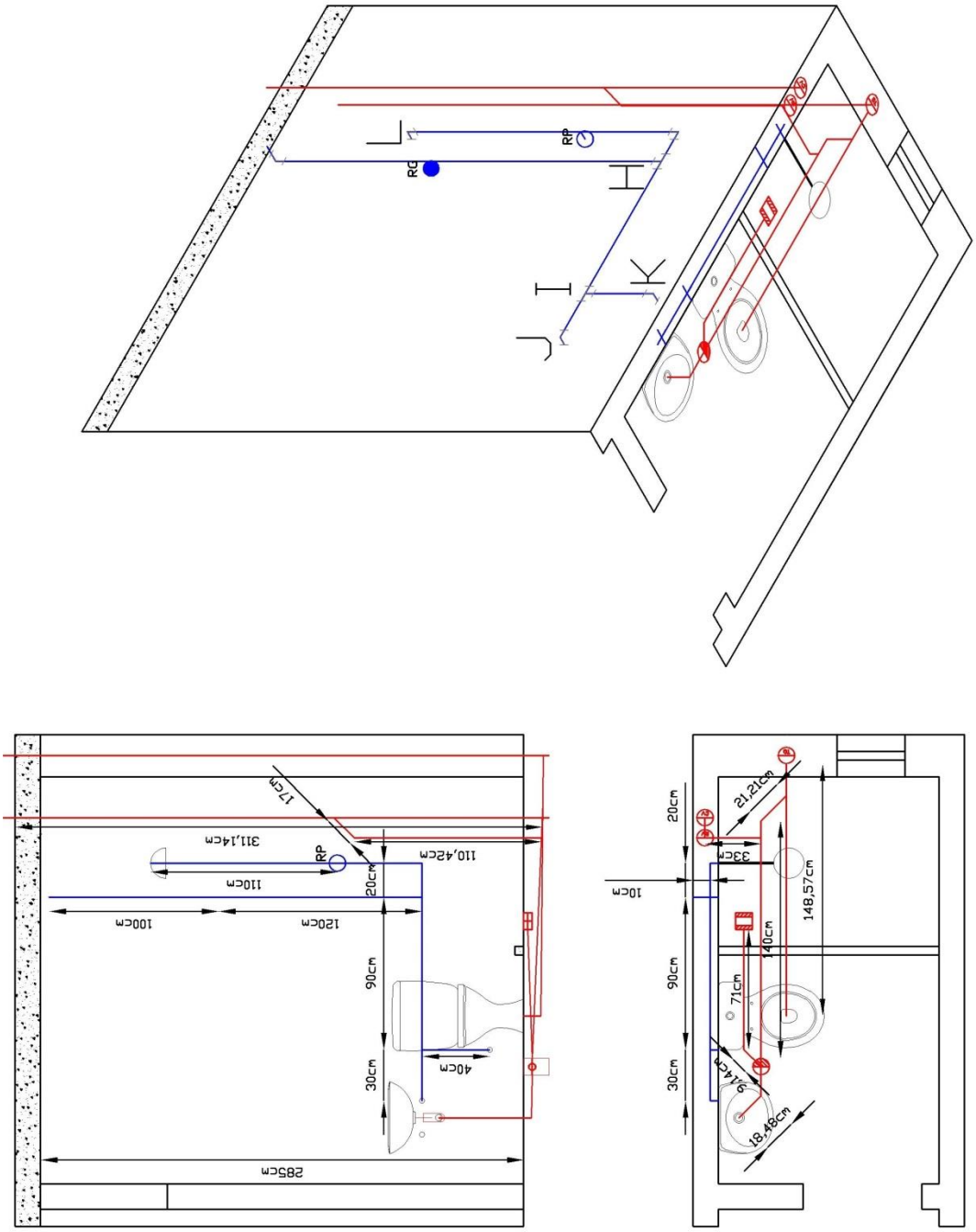
VALENTINA, R. S. D. **Gerenciamento da qualidade e da quantidade de água cinza em uma edificação residencial de alto padrão com vistas ao reúso não-potável.** 2009. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009. Disponível em: <http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Renata_Vers%C3%A3o%20Final.pdf>. Acesso em: 15 jun 2013.

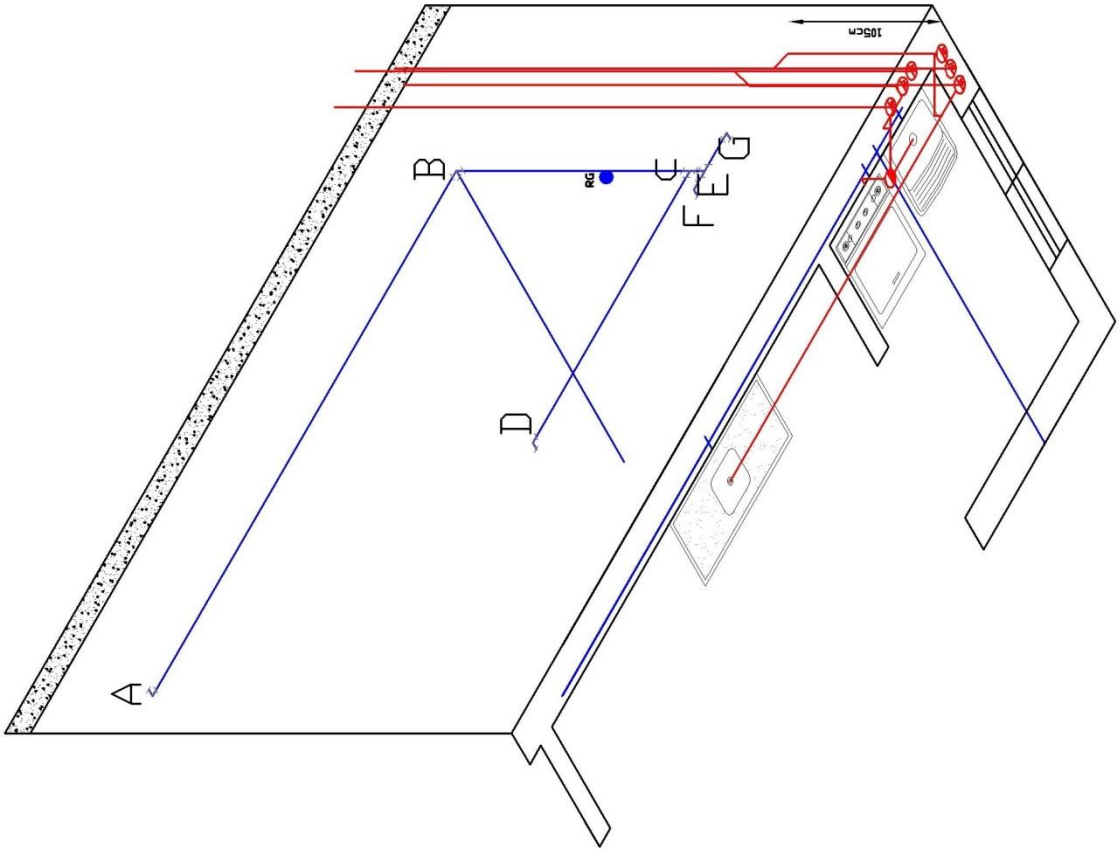
[37] estando no site http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-12042005-102420/pt-br.php, localize na parte final da página a indicação <GISELESANCHES.pdf>: selecione para abrir o documento.

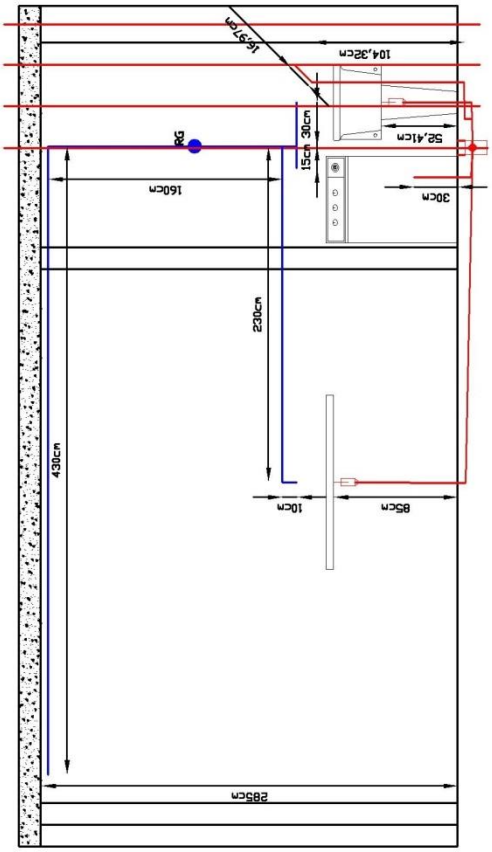
APÊNDICE A – Projeto Hidráulico Convencional

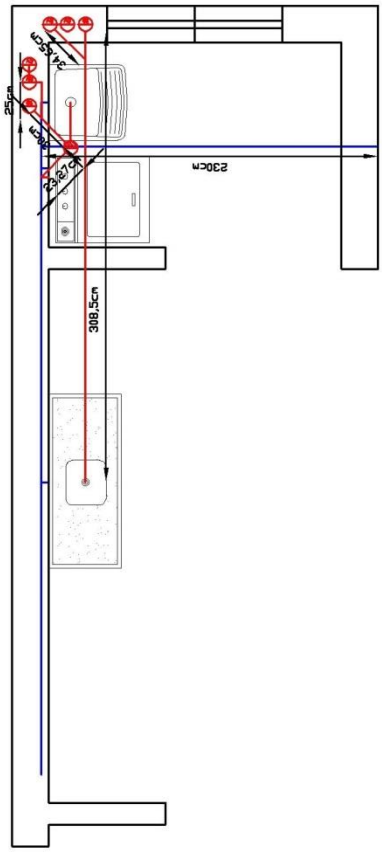

APTO 01
APTO 02
APTO 03
APTO 04
Elevador
Elétrica e telefonia
Hidráulica
Área = 10,65 m²
Área = 12,46 m²
Área = 1,30 m²
Área = 15,54 m²
Área = 2,25 m²
Área = 3,12 m²
Área = 7,30 m²
Área = 3,10 m²
Área = 2,60 m²
Sub Coletor 1
Sub Coletor 2
Sub Coletor 3
Sub Coletor 4
Sub Coletor 5
Sub Coletor 6
Sub Coletor 7
Sub Coletor 8
Sub Coletor 9
Sub Coletor 10
Sub Coletor 11
Sub Coletor 12
Sub Coletor 13
Sub Coletor 14
Sub Coletor 15
Sub Coletor 16
Sub Coletor 17
Sub Coletor 18
Sub Coletor 19
Sub Coletor 20
Sub Coletor 21
Sub Coletor 23
Sub Coletor 24
Sub Coletor 25
Sub Coletor 26
Sub Coletor 27
Sub Coletor 28
Sub Coletor 29
Sub Coletor 30
Coletor Predial
A1
A2
A3
A4
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
1800cm
589,74cm
1365cm
700cm
280cm
355cm
465cm
430cm
415cm
380cm
395cm
300cm
290cm
230cm
199cm
90cm
70cm
30cm
20cm
490cm
212,5cm
192,38cm
570cm
135cm
250cm
200cm
393,51cm

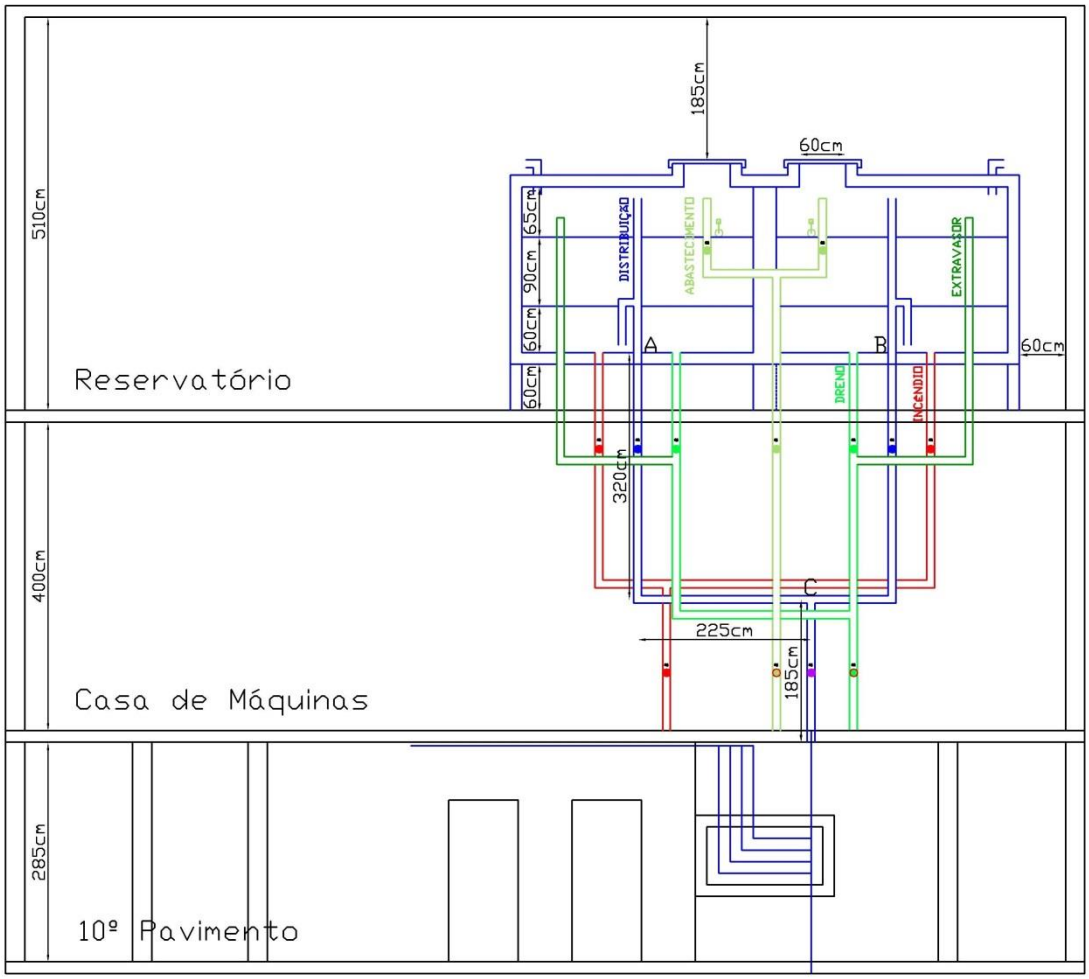

APTO 01
APTO 02
APTO 03
APTO 04
Elevador
Elétrica
e telefonia
Hidráulica
A1
A2
A3
A4
área = 2,60 m²
área = 7,30 m²
área = 3,10 m²
área = 2,25 m²
área = 15,54 m²
área = 1,30 m²
área = 3,12 m²
área = 10,65 m²
área = 12,46 m²
700cm
280cm
355cm
985cm
300cm
130cm
250cm
200cm
395cm
380cm
490cm
465cm
415cm
430cm
230cm
199cm
70cm
235cm
110cm
95cm
90cm
30cm
20cm

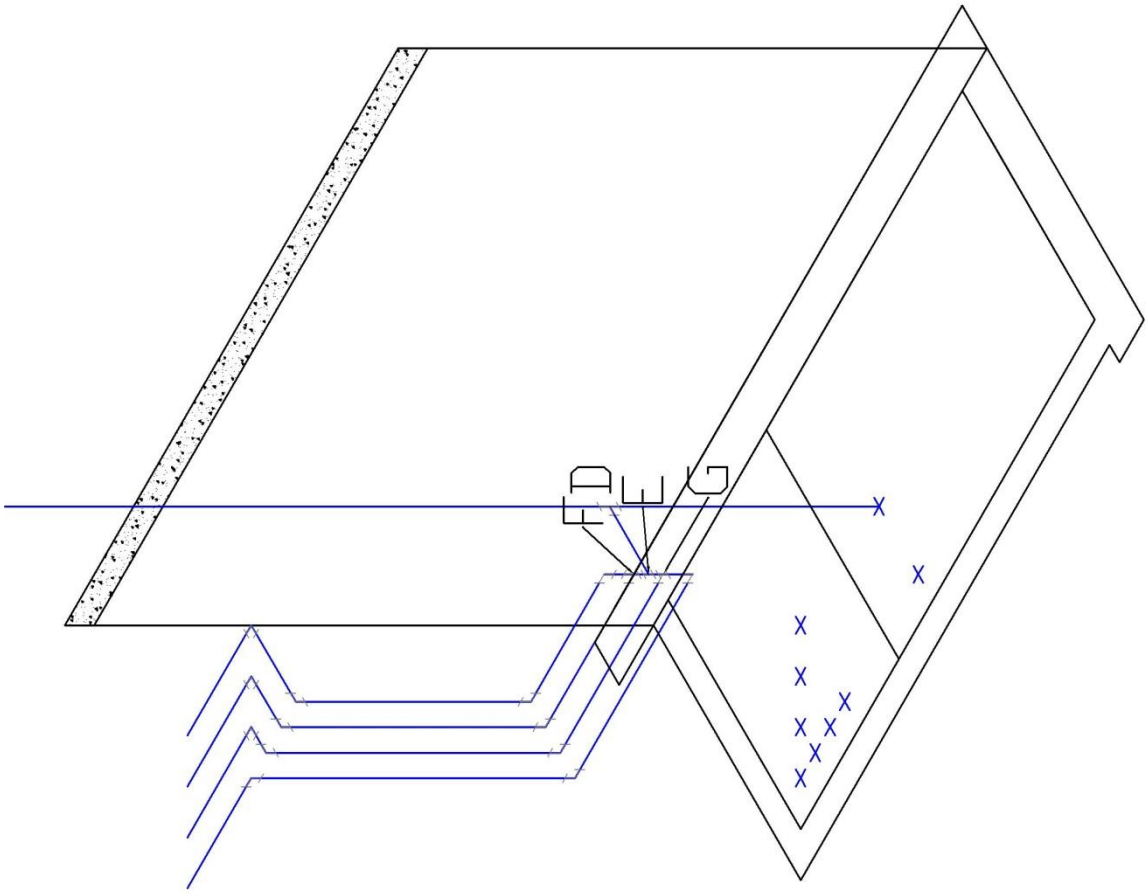

RG
RP
L
H
J
I
K
17cm
311,14cm
RP
110,42cm
110cm
20cm
100cm
120cm
90cm
30cm
40cm
285cm
20cm
21,21cm
33cm
10cm
148,57cm
140cm
90cm
71cm
30cm
34cm
18,48cm

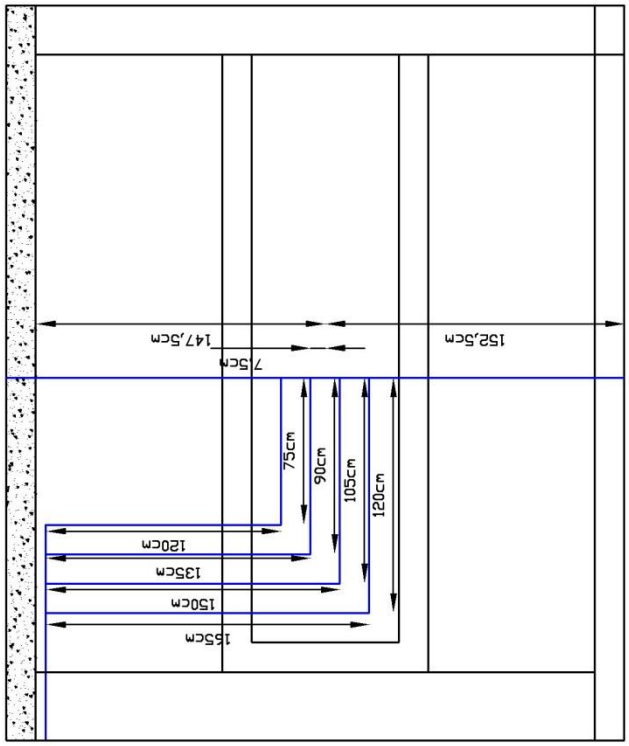

A
B
D
RG
U
F
E
G
105cm

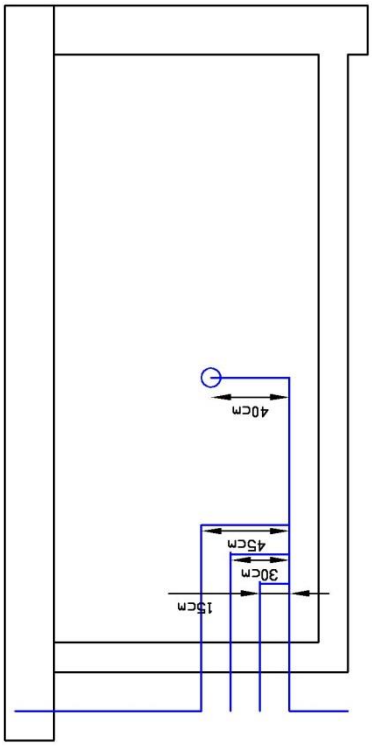

16,97cm
104,32cm
52,41cm
30cm
15cm
RG
160cm
30cm
230cm
430cm
10cm
85cm
285cm


34,45cm
25cm
20cm
23,82cm
230cm
308,5cm

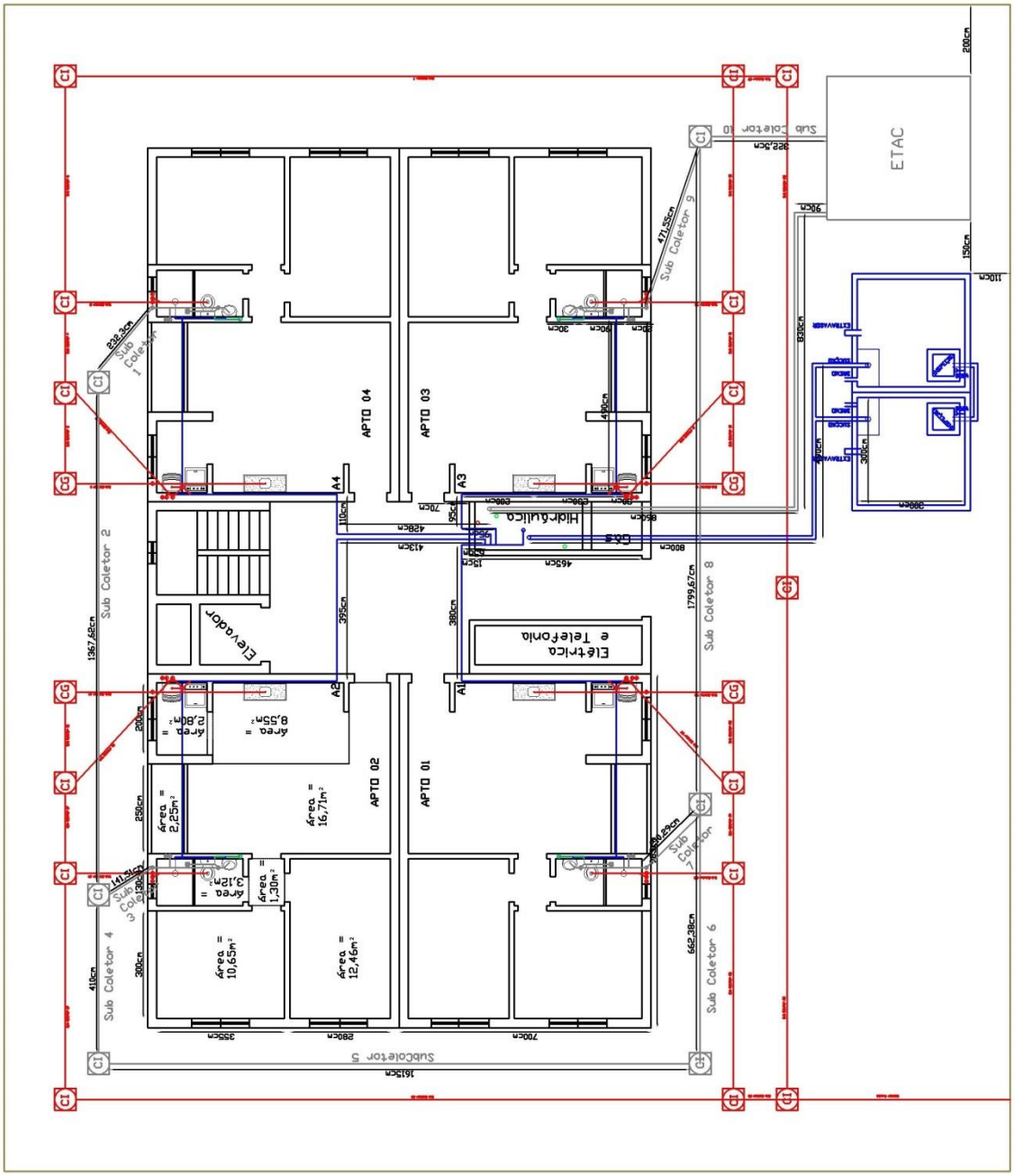

185cm
60cm
510cm
65cm
90cm
60cm
60cm
DISTRIBUIÇÃO
ABASTECIMENTO
EXTRAVASOR
A
B
60cm
Reservatório
DRENO
INCENDIO
320cm
400cm
C
225cm
185cm
Casa de Máquinas
285cm
10º Pavimento

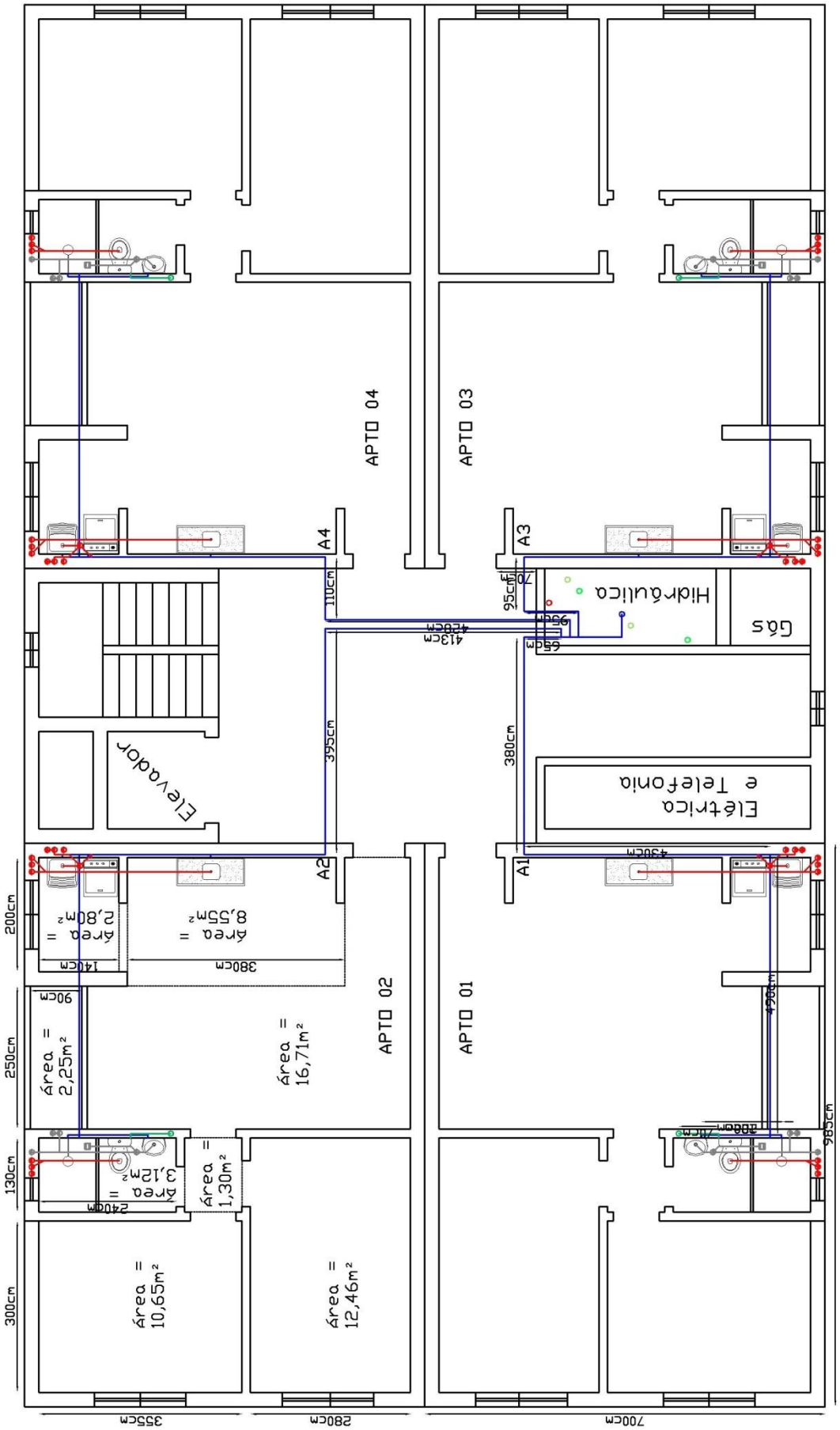

F
A
E
G

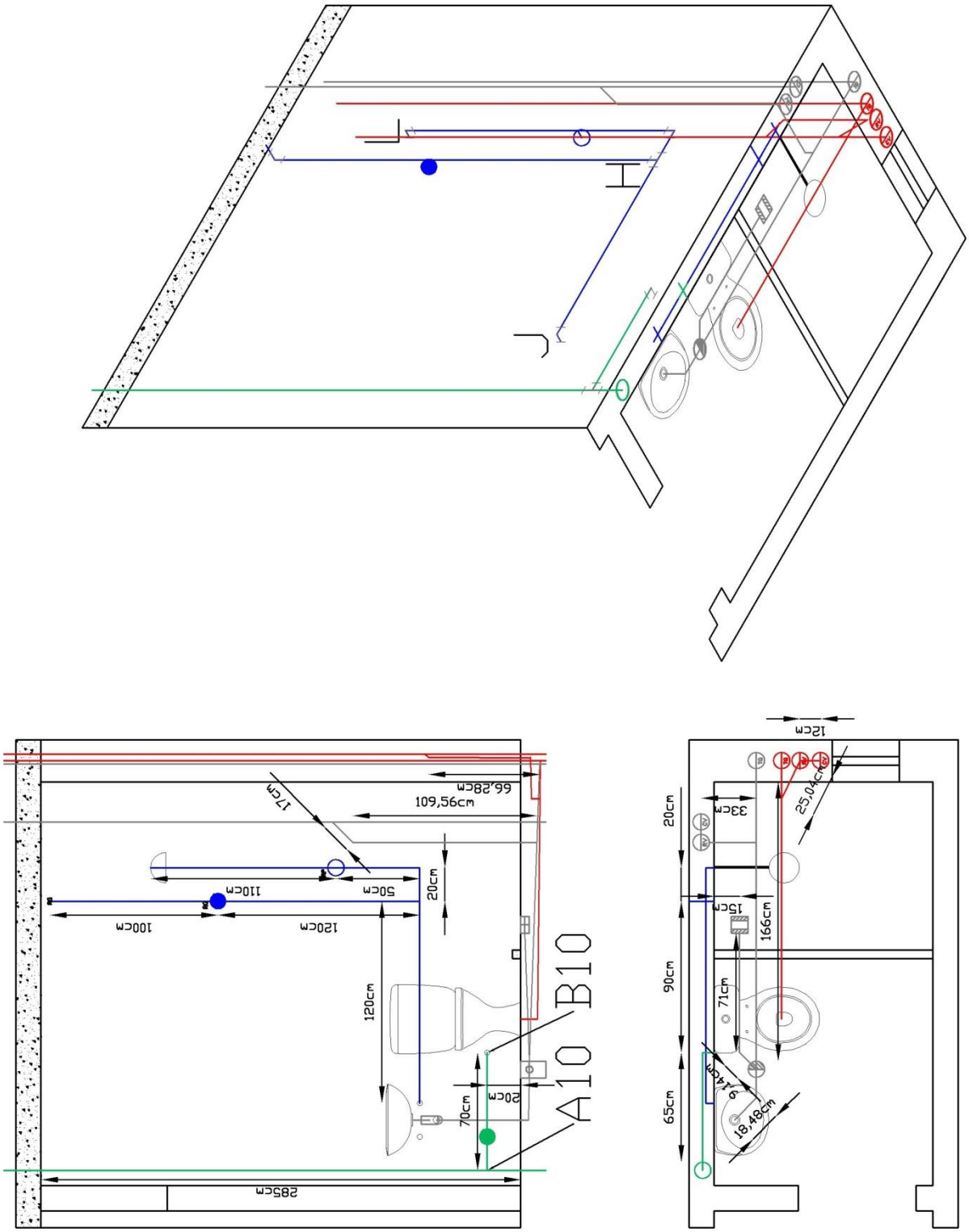

152,5cm
147,5cm
7,5cm
75cm
90cm
105cm
120cm
120cm
135cm
150cm
155cm

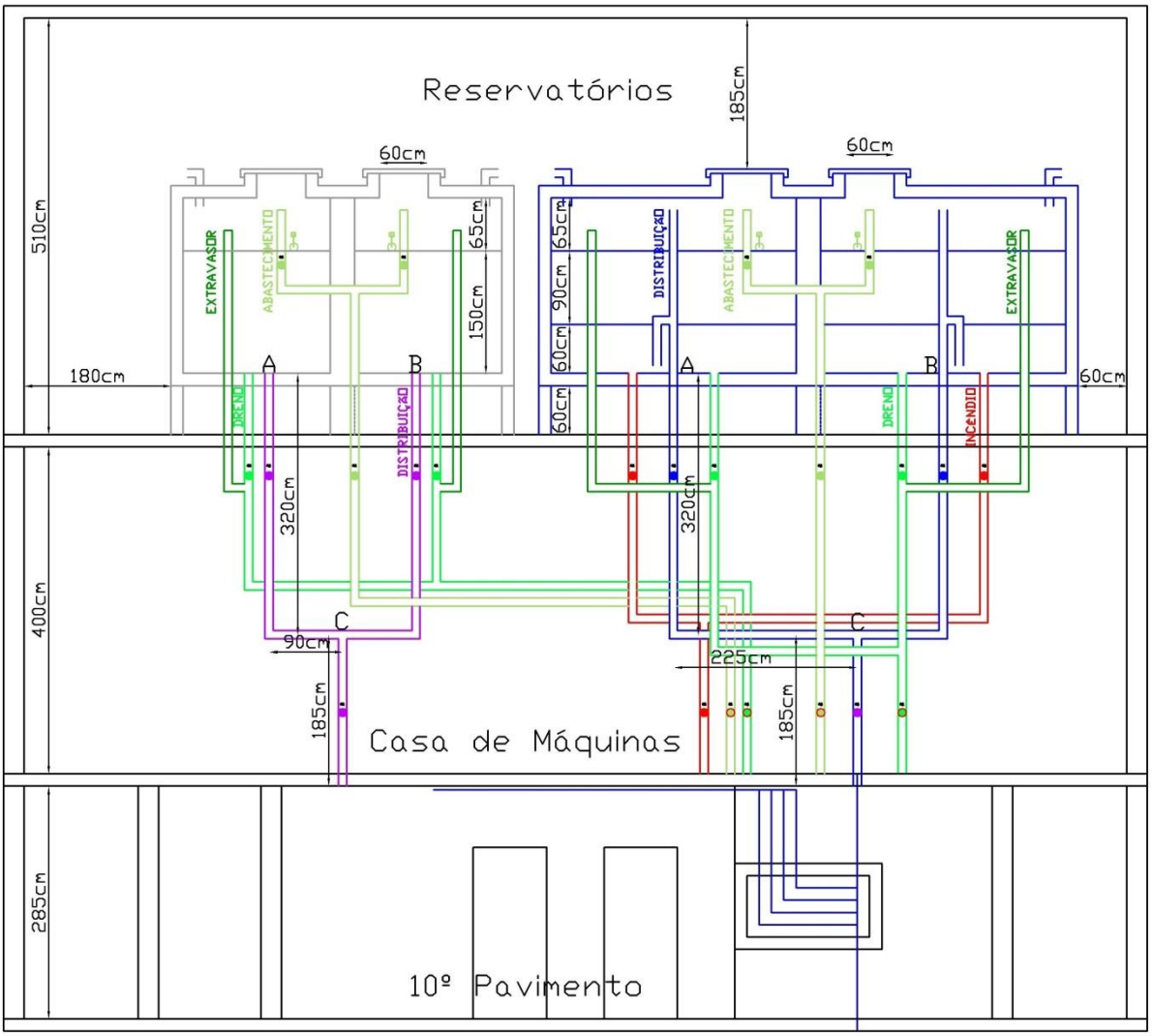

40cm
45cm
30cm
15cm

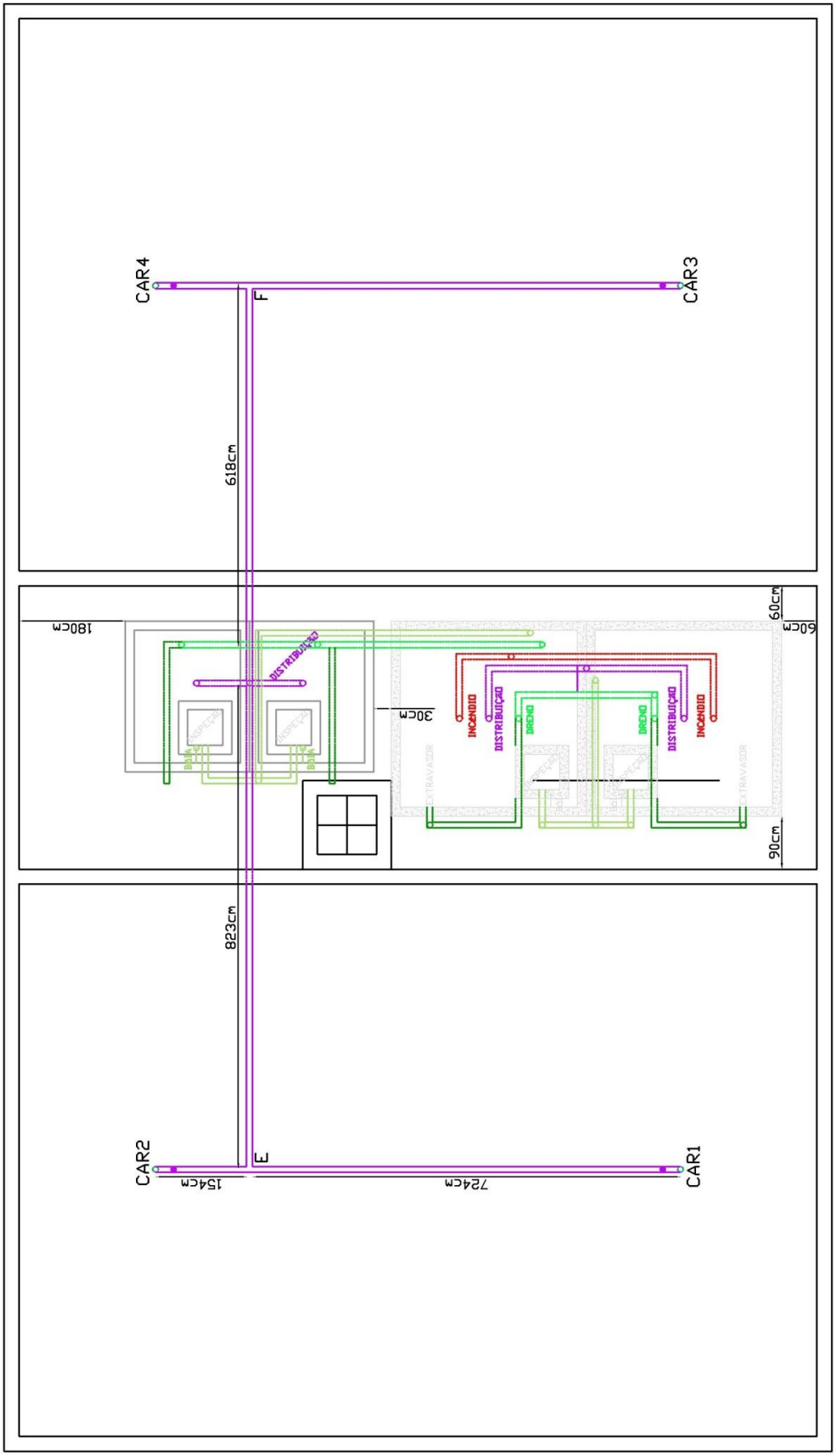
APÊNDICE B – Projeto Hidráulico Com Sistema de Reúso de Águas Cinzas


APTO 04
APTO 03
APTO 02
APTO 01
Elevador
Elétrica
e Telefonia
Hidráulica
Gás
ETAC
Sub Coletor 1
Sub Coletor 2
Sub Coletor 3
Sub Coletor 4
Sub Coletor 5
Sub Coletor 6
Sub Coletor 7
Sub Coletor 8
Sub Coletor 9
Sub Coletor 10
Área = 10,65m²
Área = 12,46m²
Área = 3,12m²
Área = 1,30m²
Área = 2,25m²
Área = 16,71m²
Área = 2,80m²
Área = 8,55m²
A1
A2
A3
A4
C1
C2
C3
C4
C5
C6
1367,62cm
1799,67cm
662,38cm
471,55cm
232,3cm
141,25cm
1615cm
410cm
300cm
250cm
280cm
355cm
700cm
200cm
130cm
110cm
90cm
30cm
490cm
395cm
380cm
800cm
455cm
420cm
413cm
70cm
15cm
300cm
200cm
838cm


APTO 04
APTO 03
APTO 02
APTO 01
A4
A3
A2
A1
Elevador
Hidráulica
Gás
Elétrica
e Telefonia
área = 10,65m²
área = 12,46m²
área = 1,30m²
área = 3,12m²
área = 2,25m²
área = 16,71m²
área = 8,55m²
área = 2,80m²
300cm
130cm
250cm
200cm
355cm
280cm
700cm
985cm
380cm
430cm
420cm
240cm
90cm
140cm
110cm
70cm
95cm
65cm
413cm
428cm
399cm


A10 B10
285cm
120cm
70cm
20cm
120cm
100cm
110cm
50cm
20cm
17cm
109,56cm
66,28cm
12cm
25,04cm
33cm
20cm
15cm
166cm
90cm
71cm
14cm
18,48cm
65cm


Reservatórios
185cm
60cm
60cm
510cm
65cm
150cm
65cm
90cm
60cm
60cm
180cm
60cm
EXTRAVASOR
ABASTECIMENTO
DISTRIBUIÇÃO
ABASTECIMENTO
EXTRAVASOR
DRENO
DISTRIBUIÇÃO
DRENO
INCÊNDIO
A
B
A
B
320cm
320cm
400cm
C
C
90cm
225cm
185cm
185cm
Casa de Máquinas
285cm
10º Pavimento


CAR4
CAR3
F
618cm
180cm
DISTRIBUIÇÃO
INSPEÇÃO
INSPEÇÃO
BRITA
BRITA
30cm
INCÊNDIO
DISTRIBUIÇÃO
DRENO
DRENO
DISTRIBUIÇÃO
INCÊNDIO
EXTRAVASOR
EXTRAVASOR
60cm
60cm
90cm
823cm
CAR2
CAR1
E
154cm
724cm

APÊNDICE C – Dimensionamento do Projeto Hidráulico Convencional

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
RESERV	BAR	A-C	124,0	3,34	50	60	53,4	1,49	OK	3,24	OK	0,447	2,450	30,500	5,450	16,200	21,650	2,434	7,235	9,669	20,831	5	OK
10º PAV - SHAFT	COL	C-D10	124,0	3,34	50	60	53,4	1,49	OK	3,24	OK	0,447	3,325	54,081	3,325	8,700	12,025	1,485	3,885	5,370	48,711	5	OK
	RAM	D10-E10	12,4	1,06	32	60	53,4	0,47	OK	3,24	OK	0,060	0,000	48,711	0,400	7,800	8,200	0,024	0,465	0,488	48,223	5	OK
	RAM	E10-F10	6,2	0,75	25	40	35,2	0,77	OK	2,63	OK	0,235	-0,075	47,473	0,075	7,300	7,375	0,018	1,716	1,734	45,739	5	OK
	RAM	E10-G10	6,2	0,75	25	40	35,2	0,77	OK	2,63	OK	0,235	0,075	46,489	0,075	7,300	7,375	0,018	1,716	1,734	44,755	5	OK
	RAM	F10-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	32,239	4,450	12,400	16,850	1,750	4,877	6,627	25,612	5	OK
	RAM	F10-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	32,239	7,950	10,400	18,350	3,127	4,090	7,217	25,022	5	OK
	RAM	G10-A2	3,1	0,53	25	40	35,2	0,54	OK	2,63	OK	0,128	-1,500	29,755	10,800	16,700	27,500	1,384	2,141	3,525	26,230	5	OK
	RAM	G10-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	29,755	7,450	10,400	17,850	2,930	4,090	7,020	22,735	5	OK
10º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	22,735	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	18,448	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	34,448	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	25,583	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	25,583	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	18,915	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	26,583	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	24,116	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	24,116	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	23,316	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	24,116	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	18,158	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	40,448	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	30,979	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	30,979	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	29,740	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	29,740	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	26,901	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	33,740	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	33,419	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	14,979	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	11,835	10	OK
10º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	26,230	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	21,943	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	37,943	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	29,078	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	29,078	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	22,410	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	30,078	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	27,611	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	27,611	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	26,812	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	27,611	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	21,653	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	43,943	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	34,474	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	34,474	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	33,235	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	33,235	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	30,396	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	37,235	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	36,914	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	18,474	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	15,330	10	OK
10º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	25,612	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	21,325	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	37,325	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	28,460	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	28,460	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	21,793	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	29,460	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	26,993	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	26,993	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	26,194	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	26,993	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	21,035	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	43,325	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	33,856	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	33,856	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	32,617	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	32,617	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	29,778	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	33,778	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	33,457	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	17,856	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	14,712	10	OK
10º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	25,022	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	20,735	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	36,735	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	27,870	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	27,870	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	21,203	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	28,870	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	26,403	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	26,403	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	25,604	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	26,403	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	20,445	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	42,735	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	33,266	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	33,266	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	32,027	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	32,027	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	29,188	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	36,027	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	35,706	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	17,266	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	14,123	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
9º PAV - SHAFT	COL	D10-D9	111,6	3,17	50	60	53,4	1,42	OK	3,24	OK	0,407	3,000	78,711	3,000	7,800	10,800	1,222	3,177	4,398	74,313	5	OK
	RAM	D9-E9	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	74,313	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	70,713	5	OK
	RAM	E9-F9	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	69,963	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	66,591	5	OK
	RAM	E9-G9	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	71,463	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	68,091	5	OK
	RAM	F9-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	53,091	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	46,542	5	OK
	RAM	F9-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	53,091	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	45,952	5	OK
	RAM	G9-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	53,091	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	44,831	5	OK
	RAM	G9-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	53,091	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	46,149	5	OK
9º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	46,149	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	41,862	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	57,862	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	48,997	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	48,997	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	42,329	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	49,997	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	47,530	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	47,530	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	46,730	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	47,530	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	41,572	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	63,862	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	54,393	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	54,393	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	53,154	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	53,154	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	50,315	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	57,154	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	56,833	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	38,393	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	35,249	10	OK
9º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	44,831	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	40,545	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	56,545	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	47,679	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	47,679	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	41,012	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	48,679	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	46,212	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	46,212	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	45,413	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	46,212	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	40,254	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	62,545	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	53,076	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	53,076	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	51,836	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	51,836	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	48,998	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	55,836	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	55,515	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	37,076	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	33,932	10	OK
9º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	46,542	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	42,255	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	58,255	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	49,390	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	49,390	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	42,723	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	50,390	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	47,923	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	47,923	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	47,124	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	47,923	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	41,965	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	64,255	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	54,787	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	54,787	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	53,547	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	53,547	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	50,708	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	54,708	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	54,387	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	38,787	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	35,643	10	OK
9º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	45,952	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	41,666	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	57,666	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	48,800	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	48,800	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	42,133	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	49,800	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	47,333	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	47,333	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	46,534	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	47,333	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	41,375	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	63,666	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	54,197	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	54,197	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	52,957	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	52,957	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	50,118	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	56,957	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	56,636	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	38,197	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	35,053	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
8º PAV - SHAFT	COL	D9-D8	99,2	2,99	50	60	53,4	1,33	OK	3,24	OK	0,367	3,000	104,313	3,000	7,800	10,800	1,102	2,866	3,968	100,345	5	OK
	RAM	D8-E8	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	100,345	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	96,745	5	OK
	RAM	E8-F8	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	95,995	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	92,623	5	OK
	RAM	E8-G8	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	97,495	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	94,123	5	OK
	RAM	F8-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	79,123	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	72,575	5	OK
	RAM	F8-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	79,123	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	71,985	5	OK
	RAM	G8-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	79,123	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	70,864	5	OK
	RAM	G8-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	79,123	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	72,181	5	OK
8º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	72,181	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	67,895	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	83,895	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	75,029	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	75,029	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	68,362	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	76,029	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	73,562	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	73,562	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	72,763	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	73,562	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	67,604	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	89,895	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	80,426	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	80,426	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	79,186	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	79,186	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	76,347	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	83,186	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	82,865	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	64,426	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	61,282	10	OK
8º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	70,864	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	66,577	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	82,577	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	73,712	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	73,712	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	67,044	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	74,712	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	72,245	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	72,245	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	71,445	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	72,245	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	66,287	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	88,577	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	79,108	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	79,108	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	77,869	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	77,869	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	75,030	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	81,869	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	81,548	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	63,108	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	59,964	10	OK
8º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	72,575	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	68,288	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	84,288	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	75,422	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	75,422	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	68,755	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	76,422	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	73,956	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	73,956	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	73,156	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	73,956	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	67,998	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	90,288	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	80,819	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	80,819	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	79,579	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	79,579	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	76,741	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	80,741	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	80,420	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	64,819	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	61,675	10	OK
8º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	71,985	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	67,698	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	83,698	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	74,832	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	74,832	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	68,165	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	75,832	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	73,366	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	73,366	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	72,566	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	73,366	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	67,408	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	89,698	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	80,229	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	80,229	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	78,989	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	78,989	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	76,151	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	82,989	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	82,668	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	64,229	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	61,085	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
7º PAV - SHAFT	COL	D8-D7	86,8	2,79	50	60	53,4	1,25	OK	3,24	OK	0,327	3,000	130,345	3,000	7,800	10,800	0,981	2,550	3,530	126,815	5	OK
	RAM	D7-E7	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	126,815	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	123,215	5	OK
	RAM	E7-F7	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	122,465	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	119,093	5	OK
	RAM	E7-G7	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	123,965	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	120,593	5	OK
	RAM	F7-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	105,593	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	99,045	5	OK
	RAM	F7-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	105,593	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	98,455	5	OK
	RAM	G7-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	105,593	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	97,334	5	OK
	RAM	G7-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	105,593	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	98,651	5	OK
7º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	98,651	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	94,364	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	110,364	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	101,499	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	101,499	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	94,832	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	102,499	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	100,032	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	100,032	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	99,233	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	100,032	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	94,074	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	116,364	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	106,896	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	106,896	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	105,656	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	105,656	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	102,817	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	109,656	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	109,335	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	90,896	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	87,752	10	OK
7º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	97,334	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	93,047	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	109,047	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	100,181	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	100,181	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	93,514	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	101,181	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	98,715	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	98,715	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	97,915	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	98,715	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	92,757	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	115,047	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	105,578	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	105,578	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	104,338	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	104,338	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	101,500	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	108,338	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	108,017	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	89,578	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	86,434	10	OK
7º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	99,045	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	94,758	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	110,758	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	101,892	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	101,892	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	95,225	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	102,892	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	100,425	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	100,425	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	99,626	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	100,425	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	94,468	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	116,758	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	107,289	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	107,289	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	106,049	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	106,049	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	103,211	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	107,211	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	106,890	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	91,289	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	88,145	10	OK
7º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	98,455	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	94,168	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	110,168	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	101,302	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	101,302	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	94,635	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	102,302	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	99,836	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	99,836	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	99,036	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	99,836	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	93,878	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	116,168	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	106,699	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	106,699	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	105,459	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	105,459	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	102,621	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	109,459	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	109,138	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	90,699	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	87,555	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
6º PAV - SHAFT	COL	D7-D6	74,4	2,59	50	60	53,4	1,16	OK	3,24	OK	0,286	3,000	156,815	3,000	7,800	10,800	0,857	2,228	3,085	153,730	5	OK
	RAM	D6-E6	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	153,730	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	150,130	5	OK
	RAM	E6-F6	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	149,380	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	146,008	5	OK
	RAM	E6-G6	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	150,880	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	147,508	5	OK
	RAM	F6-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	132,508	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	125,960	5	OK
	RAM	F6-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	132,508	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	125,370	5	OK
	RAM	G6-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	132,508	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	124,249	5	OK
	RAM	G6-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	132,508	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	125,567	5	OK
6º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	125,567	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	121,280	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	137,280	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	128,414	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	128,414	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	121,747	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	129,414	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	126,948	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	126,948	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	126,148	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	126,948	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	120,990	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	143,280	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	133,811	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	133,811	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	132,571	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	132,571	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	129,733	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	136,571	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	136,250	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	117,811	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	114,667	10	OK
6º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	124,249	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	119,962	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	135,962	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	127,097	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	127,097	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	120,429	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	128,097	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	125,630	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	125,630	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	124,831	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	125,630	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	119,672	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	141,962	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	132,493	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	132,493	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	131,254	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	131,254	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	128,415	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	135,254	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	134,933	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	116,493	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	113,349	10	OK
6º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	125,960	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	121,673	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	137,673	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	128,808	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	128,808	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	122,140	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	129,808	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	127,341	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	127,341	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	126,541	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	127,341	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	121,383	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	143,673	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	134,204	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	134,204	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	132,965	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	132,965	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	130,126	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	134,126	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	133,805	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	118,204	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	115,060	10	OK
6º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	125,370	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	121,083	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	137,083	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	128,218	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	128,218	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	121,550	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	129,218	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	126,751	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	126,751	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	125,951	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	126,751	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	120,793	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	143,083	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	133,614	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	133,614	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	132,375	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	132,375	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	129,536	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	136,375	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	136,054	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	117,614	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	114,470	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
5º PAV - SHAFT	COL	D6-D5	62,0	2,36	50	60	53,4	1,05	OK	3,24	OK	0,244	3,000	183,730	3,000	7,800	10,800	0,731	1,899	2,630	181,101	5	OK
	RAM	D5-E5	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	181,101	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	177,500	5	OK
	RAM	E5-F5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	176,750	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	173,378	5	OK
	RAM	E5-G5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	178,250	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	174,878	5	OK
	RAM	F5-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	159,878	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	153,330	5	OK
	RAM	F5-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	159,878	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	152,740	5	OK
	RAM	G5-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	159,878	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	151,619	5	OK
	RAM	G5-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	159,878	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	152,937	5	OK
5º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	152,937	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	148,650	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	164,650	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	155,784	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	155,784	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	149,117	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	156,784	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	154,318	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	154,318	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	153,518	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	154,318	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	148,360	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	170,650	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	161,181	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	161,181	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	159,941	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	159,941	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	157,103	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	163,941	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	163,620	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	145,181	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	142,037	10	OK
5º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	151,619	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	147,332	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	163,332	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	154,467	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	154,467	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	147,800	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	155,467	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	153,000	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	153,000	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	152,201	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	153,000	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	147,042	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	169,332	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	159,863	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	159,863	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	158,624	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	158,624	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	155,785	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	162,624	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	162,303	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	143,863	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	140,720	10	OK
5º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	153,330	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	149,043	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	165,043	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	156,178	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	156,178	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	149,510	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	157,178	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	154,711	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	154,711	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	153,911	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	154,711	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	148,753	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	171,043	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	161,574	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	161,574	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	160,335	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	160,335	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	157,496	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	161,496	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	161,175	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	145,574	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	142,430	10	OK
5º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	152,740	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	148,453	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	164,453	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	155,588	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	155,588	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	148,921	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	156,588	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	154,121	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	154,121	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	153,322	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	154,121	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	148,163	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	170,453	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	160,984	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	160,984	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	159,745	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	159,745	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	156,906	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	163,745	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	163,424	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	144,984	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	141,840	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
4º PAV - SHAFT	COL	D6-D5	49,6	2,11	50	60	53,4	0,94	OK	3,24	OK	0,200	3,000	211,101	3,000	7,800	10,800	0,601	1,562	2,163	208,937	5	OK
	RAM	D5-E5	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	208,937	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	205,337	5	OK
	RAM	E5-F5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	204,587	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	201,215	5	OK
	RAM	E5-G5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	206,087	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	202,715	5	OK
	RAM	F5-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	187,715	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	181,167	5	OK
	RAM	F5-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	187,715	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	180,577	5	OK
	RAM	G5-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	187,715	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	179,456	5	OK
	RAM	G5-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	187,715	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	180,773	5	OK
4º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	180,773	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	176,487	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	192,487	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	183,621	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	183,621	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	176,954	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	184,621	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	182,154	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	182,154	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	181,355	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	182,154	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	176,196	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	198,487	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	189,018	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	189,018	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	187,778	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	187,778	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	184,939	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	191,778	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	191,457	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	173,018	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	169,874	10	OK
4º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	179,456	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	175,169	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	191,169	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	182,304	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	182,304	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	175,636	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	183,304	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	180,837	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	180,837	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	180,037	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	180,837	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	174,879	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	197,169	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	187,700	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	187,700	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	186,461	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	186,461	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	183,622	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	190,461	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	190,140	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	171,700	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	168,556	10	OK
4º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	181,167	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	176,880	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	192,880	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	184,014	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	184,014	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	177,347	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	185,014	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	182,548	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	182,548	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	181,748	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	182,548	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	176,590	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	198,880	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	189,411	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	189,411	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	188,171	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	188,171	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	185,333	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	189,333	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	189,012	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	173,411	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	170,267	10	OK
4º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	180,577	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	176,290	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	192,290	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	183,424	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	183,424	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	176,757	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	184,424	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	181,958	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	181,958	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	181,158	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	181,958	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	176,000	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	198,290	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	188,821	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	188,821	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	187,581	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	187,581	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	184,743	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	191,581	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	191,260	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	172,821	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	169,677	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
3º PAV - SHAFT	COL	D6-D5	37,2	1,83	50	60	53,4	0,82	OK	3,24	OK	0,156	3,000	238,937	3,000	7,800	10,800	0,467	1,215	1,682	237,255	5	OK
	RAM	D5-E5	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	237,255	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	233,655	5	OK
	RAM	E5-F5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	232,905	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	229,533	5	OK
	RAM	E5-G5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	234,405	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	231,033	5	OK
	RAM	F5-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	216,033	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	209,485	5	OK
	RAM	F5-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	216,033	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	208,895	5	OK
	RAM	G5-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	216,033	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	207,774	5	OK
	RAM	G5-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	216,033	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	209,091	5	OK
3º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	209,091	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	204,805	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	220,805	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	211,939	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	211,939	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	205,272	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	212,939	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	210,472	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	210,472	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	209,673	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	210,472	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	204,514	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	226,805	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	217,336	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	217,336	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	216,096	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	216,096	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	213,257	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	220,096	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	219,775	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	201,336	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	198,192	10	OK
3º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	207,774	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	203,487	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	219,487	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	210,622	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	210,622	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	203,954	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	211,622	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	209,155	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	209,155	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	208,355	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	209,155	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	203,197	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	225,487	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	216,018	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	216,018	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	214,779	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	214,779	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	211,940	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	218,779	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	218,458	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	200,018	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	196,874	10	OK
3º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	209,485	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	205,198	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	221,198	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	212,332	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	212,332	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	205,665	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	213,332	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	210,866	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	210,866	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	210,066	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	210,866	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	204,908	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	227,198	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	217,729	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	217,729	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	216,489	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	216,489	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	213,651	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	217,651	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	217,330	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	201,729	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	198,585	10	OK
3º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	208,895	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	204,608	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	220,608	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	211,742	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	211,742	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	205,075	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	212,742	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	210,276	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	210,276	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	209,476	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	210,276	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	204,318	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	226,608	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	217,139	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	217,139	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	215,899	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	215,899	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	213,061	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	219,899	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	219,578	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	201,139	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	197,995	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
2º PAV - SHAFT	COL	D6-D5	24,8	1,49	50	60	53,4	0,67	OK	3,24	OK	0,109	3,000	267,255	3,000	7,800	10,800	0,328	0,852	1,180	266,076	5	OK
	RAM	D5-E5	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	266,076	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	262,475	5	OK
	RAM	E5-F5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	261,725	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	258,353	5	OK
	RAM	E5-G5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	263,225	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	259,853	5	OK
	RAM	F5-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	244,853	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	238,305	5	OK
	RAM	F5-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	244,853	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	237,715	5	OK
	RAM	G5-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	244,853	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	236,594	5	OK
	RAM	G5-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	244,853	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	237,912	5	OK
2º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	237,912	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	233,625	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	249,625	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	240,760	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	240,760	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	234,092	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	241,760	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	239,293	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	239,293	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	238,493	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	239,293	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	233,335	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	255,625	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	246,156	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	246,156	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	244,917	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	244,917	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	242,078	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	248,917	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	248,596	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	230,156	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	227,012	10	OK
2º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	236,594	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	232,307	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	248,307	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	239,442	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	239,442	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	232,775	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	240,442	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	237,975	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	237,975	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	237,176	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	237,975	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	232,017	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	254,307	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	244,839	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	244,839	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	243,599	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	243,599	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	240,760	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	247,599	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	247,278	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	228,839	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	225,695	10	OK
2º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	238,305	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	234,018	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	250,018	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	241,153	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	241,153	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	234,486	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	242,153	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	239,686	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	239,686	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	238,887	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	239,686	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	233,728	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	256,018	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	246,549	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	246,549	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	245,310	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	245,310	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	242,471	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	246,471	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	246,150	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	230,549	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	227,405	10	OK
2º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	237,715	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	233,428	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	249,428	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	240,563	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	240,563	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	233,896	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	241,563	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	239,096	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	239,096	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	238,297	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	239,096	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	233,138	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	255,428	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	245,959	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	245,959	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	244,720	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	244,720	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	241,881	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	248,720	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	248,399	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	229,959	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	226,816	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
1º PAV - SHAFT	COL	D6-D5	12,4	1,06	50	60	53,4	0,47	OK	3,24	OK	0,060	3,000	296,076	3,000	7,800	10,800	0,179	0,465	0,643	295,433	5	OK
	RAM	D5-E5	12,4	1,06	32	40	35,2	1,09	OK	2,63	OK	0,431	0,000	295,433	1,050	7,300	8,350	0,453	3,148	3,600	291,832	5	OK
	RAM	E5-F5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	-0,075	291,082	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	287,710	5	OK
	RAM	E5-G5	6,2	0,75	25	32	27,8	1,23	OK	2,33	OK	0,721	0,075	292,582	0,075	4,600	4,675	0,054	3,318	3,372	289,210	5	OK
	RAM	F5-A3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	274,210	4,250	12,400	16,650	1,671	4,877	6,548	267,662	5	OK
	RAM	F5-A4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,350	274,210	7,750	10,400	18,150	3,048	4,090	7,138	267,072	5	OK
	RAM	G5-A2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	274,210	10,600	10,400	21,000	4,169	4,090	8,259	265,951	5	OK
	RAM	G5-A1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	-1,500	274,210	7,250	10,400	17,650	2,851	4,090	6,942	267,269	5	OK
1º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	267,269	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	262,982	5	OK
	RAM	B1-C1	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	278,982	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	270,116	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	270,116	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	263,449	10	OK
	RAM	C1-E1	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	271,116	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	268,650	10	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	268,650	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	267,850	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	268,650	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	262,692	10	OK
	RAM	B1-H1	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	284,982	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	275,513	5	OK
	RAM	H1-I1	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	275,513	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	274,273	5	OK
	SUB-RAM	I1-J1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	274,273	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	271,435	10	OK
	SUB-RAM	I1-K1	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	278,273	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	277,952	5	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	259,513	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	256,369	10	OK
1º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	265,951	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	261,664	5	OK
	RAM	B2-C2	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	277,664	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	268,799	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	268,799	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	262,132	10	OK
	RAM	C2-E2	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	269,799	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	267,332	10	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	267,332	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	266,533	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	267,332	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	261,374	10	OK
	RAM	B2-H2	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	283,664	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	274,195	5	OK
	RAM	H2-I2	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	274,195	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	272,956	5	OK
	SUB-RAM	I2-J2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	272,956	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	270,117	10	OK
	SUB-RAM	I2-K2	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	276,956	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	276,635	5	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	258,195	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	255,051	10	OK
1º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	267,662	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	263,375	5	OK
	RAM	B3-C3	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	279,375	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	270,510	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	270,510	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	263,842	10	OK
	RAM	C3-E3	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	271,510	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	269,043	10	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	269,043	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	268,243	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	269,043	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	263,085	10	OK
	RAM	B3-H3	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	285,375	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	275,906	5	OK
	RAM	H3-I3	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	275,906	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	274,667	5	OK
	SUB-RAM	I3-J3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	274,667	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	271,828	10	OK
	SUB-RAM	I3-K3	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	275,828	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	275,507	5	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	259,906	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	256,762	10	OK
1º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	3,1	0,53	25	32	27,8	0,87	OK	2,33	OK	0,393	0,000	267,072	4,300	6,600	10,900	1,691	2,596	4,287	262,785	5	OK
	RAM	B4-C4	2,4	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	278,785	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	269,920	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	269,920	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	263,252	10	OK
	RAM	C4-E4	1,7	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	270,920	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	268,453	10	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,0	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	268,453	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	267,653	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	268,453	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	262,495	10	OK
	RAM	B4-H4	0,7	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	2,200	284,785	7,100	19,600	26,700	2,518	6,951	9,469	275,316	5	OK
	RAM	H4-I4	0,6	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	0,000	275,316	0,900	3,100	4,000	0,279	0,961	1,240	274,077	5	OK
	SUB-RAM	I4-J4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	274,077	0,300	16,500	16,800	0,051	2,788	2,839	271,238	10	OK
	SUB-RAM	I4-K4	0,3	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,400	278,077	0,400	1,500	1,900	0,068	0,253	0,321	277,756	5	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,1	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	259,316	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	256,172	10	OK

APÊNDICE D – Dimensionamento do Projeto Hidráulico Com Sistema de Reúso (Tubulação de Água Potável)

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
RESERV	BAR	A-C	112,00	3,17	50	60	53,4	1,42	OK	3,24	OK	0,409	2,450	30,500	5,450	16,200	21,650	2,227	6,618	8,845	21,655	5	OK
10º PAV - SHAFT	COL	C-D10	112,00	3,17	50	60	53,4	1,42	OK	3,24	OK	0,409	3,325	54,905	3,325	8,700	12,025	1,358	3,554	4,913	49,993	5	OK
	RAM	D10-E10	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	49,993	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	43,942	5	OK
	RAM	E10-F10	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	43,192	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	40,107	5	OK
	RAM	E10-G10	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	44,692	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	41,607	5	OK
	RAM	F10-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	26,607	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	20,545	5	OK
	RAM	F10-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	26,607	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	20,005	5	OK
	RAM	G10-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	26,607	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	18,980	5	OK
	RAM	G10-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	26,607	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	20,185	5	OK
10º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	20,185	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	16,264	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	32,264	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	23,398	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	23,398	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	16,731	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	24,398	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	21,931	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	21,931	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	21,132	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	21,931	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	15,974	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	38,264	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	32,461	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	32,461	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	29,487	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	16,461	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	13,317	10	OK
10º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	18,980	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	15,058	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	31,058	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	22,193	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	22,193	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	15,526	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	23,193	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	20,726	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	20,726	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	19,927	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	20,726	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	14,768	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	37,058	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	31,256	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	31,256	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	28,282	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	15,256	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	12,112	10	OK
10º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	20,545	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	16,623	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	32,623	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	23,758	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	23,758	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	17,091	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	24,758	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	22,291	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	22,291	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	21,492	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	22,291	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	16,333	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	38,623	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	32,821	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	32,821	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	29,847	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	16,821	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	13,677	10	OK
10º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	20,005	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	16,084	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	32,084	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	23,218	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	23,218	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	16,551	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	24,218	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	21,752	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	21,752	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	20,952	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	21,752	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	15,794	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	38,084	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	32,281	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	32,281	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	29,307	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	16,281	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	13,137	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
9º PAV - SHAFT	COL	D10-D9	100,80	3,01	50	60	53,4	1,34	OK	3,24	OK	0,373	3,000	79,993	3,000	7,800	10,800	1,118	2,906	4,024	75,969	5	OK
	RAM	D9-E9	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	75,969	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	69,918	5	OK
	RAM	E9-F9	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	69,168	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	66,084	5	OK
	RAM	E9-G9	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	70,668	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	67,584	5	OK
	RAM	F9-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	52,584	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	46,521	5	OK
	RAM	F9-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	52,584	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	45,982	5	OK
	RAM	G9-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	52,584	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	44,956	5	OK
	RAM	G9-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	52,584	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	46,162	5	OK
9º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	46,162	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	42,240	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	58,240	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	49,375	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	49,375	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	42,707	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	50,375	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	47,908	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	47,908	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	47,108	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	47,908	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	41,950	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	64,240	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	58,437	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	58,437	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	55,463	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	42,437	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	39,293	10	OK
9º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	44,956	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	41,035	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	57,035	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	48,169	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	48,169	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	41,502	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	49,169	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	46,703	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	46,703	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	45,903	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	46,703	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	40,745	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	63,035	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	57,232	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	57,232	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	54,258	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	41,232	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	38,088	10	OK
9º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	46,521	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	42,600	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	58,600	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	49,734	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	49,734	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	43,067	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	50,734	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	48,268	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	48,268	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	47,468	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	48,268	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	42,310	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	64,600	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	58,797	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	58,797	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	55,823	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	42,797	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	39,653	10	OK
9º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	45,982	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	42,060	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	58,060	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	49,195	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	49,195	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	42,527	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	50,195	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	47,728	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	47,728	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	46,929	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	47,728	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	41,770	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	64,060	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	58,257	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	58,257	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	55,284	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	42,257	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	39,113	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
8º PAV - SHAFT	COL	D9-D8	89,60	2,84	50	60	53,4	1,27	OK	3,24	OK	0,336	3,000	105,969	3,000	7,800	10,800	1,008	2,621	3,630	102,340	5	OK
	RAM	D8-E8	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	102,340	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	96,289	5	OK
	RAM	E8-F8	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	95,539	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	92,454	5	OK
	RAM	E8-G8	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	97,039	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	93,954	5	OK
	RAM	F8-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	78,954	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	72,892	5	OK
	RAM	F8-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	78,954	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	72,352	5	OK
	RAM	G8-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	78,954	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	71,327	5	OK
	RAM	G8-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	78,954	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	72,532	5	OK
8º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	72,532	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	68,611	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	84,611	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	75,745	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	75,745	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	69,078	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	76,745	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	74,278	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	74,278	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	73,479	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	74,278	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	68,320	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	90,611	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	84,808	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	84,808	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	81,834	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	68,808	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	65,664	10	OK
8º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	71,327	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	67,405	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	83,405	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	74,540	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	74,540	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	67,873	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	75,540	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	73,073	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	73,073	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	72,274	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	73,073	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	67,115	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	89,405	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	83,602	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	83,602	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	80,629	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	67,602	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	64,459	10	OK
8º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	72,892	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	68,970	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	84,970	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	76,105	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	76,105	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	69,438	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	77,105	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	74,638	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	74,638	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	73,839	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	74,638	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	68,680	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	90,970	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	85,167	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	85,167	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	82,194	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	69,167	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	66,024	10	OK
8º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	72,352	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	68,431	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	84,431	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	75,565	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	75,565	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	68,898	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	76,565	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	74,098	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	74,098	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	73,299	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	74,098	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	68,140	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	90,431	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	84,628	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	84,628	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	81,654	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	68,628	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	65,484	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
7º PAV - SHAFT	COL	D8-D7	78,40	2,66	50	60	53,4	1,19	OK	3,24	OK	0,299	3,000	132,340	3,000	7,800	10,800	0,897	2,332	3,229	129,110	5	OK
	RAM	D7-E7	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	129,110	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	123,060	5	OK
	RAM	E7-F7	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	122,310	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	119,225	5	OK
	RAM	E7-G7	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	123,810	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	120,725	5	OK
	RAM	F7-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	105,725	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	99,663	5	OK
	RAM	F7-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	105,725	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	99,123	5	OK
	RAM	G7-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	105,725	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	98,098	5	OK
	RAM	G7-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	105,725	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	99,303	5	OK
7º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	99,303	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	95,381	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	111,381	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	102,516	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	102,516	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	95,848	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	103,516	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	101,049	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	101,049	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	100,250	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	101,049	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	95,091	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	117,381	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	111,578	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	111,578	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	108,605	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	95,578	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	92,434	10	OK
7º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	98,098	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	94,176	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	110,176	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	101,310	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	101,310	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	94,643	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	102,310	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	99,844	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	99,844	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	99,044	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	99,844	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	93,886	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	116,176	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	110,373	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	110,373	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	107,399	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	94,373	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	91,229	10	OK
7º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	99,663	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	95,741	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	111,741	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	102,876	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	102,876	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	96,208	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	103,876	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	101,409	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	101,409	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	100,609	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	101,409	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	95,451	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	117,741	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	111,938	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	111,938	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	108,964	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	95,938	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	92,794	10	OK
7º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	99,123	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	95,201	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	111,201	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	102,336	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	102,336	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	95,669	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	103,336	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	100,869	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	100,869	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	100,070	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	100,869	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	94,911	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	117,201	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	111,398	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	111,398	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	108,425	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	95,398	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	92,255	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
6º PAV - SHAFT	COL	D7-D6	67,20	2,46	50	60	53,4	1,10	OK	3,24	OK	0,261	3,000	159,110	3,000	7,800	10,800	0,784	2,038	2,822	156,288	5	OK
	RAM	D6-E6	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	156,288	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	150,238	5	OK
	RAM	E6-F6	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	149,488	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	146,403	5	OK
	RAM	E6-G6	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	150,988	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	147,903	5	OK
	RAM	F6-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	132,903	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	126,841	5	OK
	RAM	F6-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	132,903	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	126,301	5	OK
	RAM	G6-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	132,903	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	125,276	5	OK
	RAM	G6-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	132,903	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	126,481	5	OK
6º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	126,481	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	122,559	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	138,559	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	129,694	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	129,694	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	123,027	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	130,694	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	128,227	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	128,227	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	127,428	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	128,227	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	122,269	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	144,559	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	138,757	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	138,757	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	135,783	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	122,757	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	119,613	10	OK
6º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	125,276	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	121,354	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	137,354	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	128,489	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	128,489	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	121,821	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	129,489	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	127,022	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	127,022	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	126,222	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	127,022	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	121,064	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	143,354	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	137,551	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	137,551	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	134,577	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	121,551	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	118,407	10	OK
6º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	126,841	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	122,919	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	138,919	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	130,054	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	130,054	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	123,386	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	131,054	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	128,587	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	128,587	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	127,787	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	128,587	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	122,629	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	144,919	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	139,116	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	139,116	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	136,142	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	123,116	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	119,972	10	OK
6º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	126,301	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	122,379	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	138,379	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	129,514	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	129,514	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	122,847	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	130,514	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	128,047	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	128,047	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	127,248	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	128,047	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	122,089	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	144,379	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	138,577	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	138,577	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	135,603	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	122,577	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	119,433	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
5º PAV - SHAFT	COL	D6-D5	56,00	2,24	50	60	53,4	1,00	OK	3,24	OK	0,223	3,000	186,288	3,000	7,800	10,800	0,668	1,737	2,406	183,883	5	OK
	RAM	D5-E5	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	183,883	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	177,832	5	OK
	RAM	E5-F5	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	177,082	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	173,997	5	OK
	RAM	E5-G5	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	178,582	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	175,497	5	OK
	RAM	F5-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	160,497	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	154,435	5	OK
	RAM	F5-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	160,497	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	153,895	5	OK
	RAM	G5-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	160,497	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	152,870	5	OK
	RAM	G5-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	160,497	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	154,075	5	OK
5º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	154,075	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	150,154	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	166,154	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	157,288	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	157,288	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	150,621	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	158,288	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	155,821	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	155,821	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	155,022	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	155,821	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	149,863	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	172,154	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	166,351	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	166,351	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	163,377	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	150,351	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	147,207	10	OK
5º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	152,870	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	148,948	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	164,948	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	156,083	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	156,083	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	149,416	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	157,083	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	154,616	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	154,616	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	153,817	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	154,616	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	148,658	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	170,948	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	165,146	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	165,146	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	162,172	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	149,146	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	146,002	10	OK
5º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	154,435	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	150,513	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	166,513	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	157,648	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	157,648	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	150,981	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	158,648	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	156,181	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	156,181	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	155,382	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	156,181	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	150,223	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	172,513	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	166,711	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	166,711	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	163,737	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	150,711	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	147,567	10	OK
5º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	153,895	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	149,974	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	165,974	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	157,108	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	157,108	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	150,441	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	158,108	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	155,642	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	155,642	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	154,842	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	155,642	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	149,684	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	171,974	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	166,171	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	166,171	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	163,197	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	150,171	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	147,027	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
4º PAV - SHAFT	COL	D5-D4	44,80	2,01	40	50	44,0	1,32	OK	2,94	OK	0,460	3,000	213,883	3,000	7,600	10,600	1,379	3,494	4,873	209,010	5	OK
	RAM	D4-E4	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	209,010	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	202,959	5	OK
	RAM	E4-F4	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	202,209	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	199,125	5	OK
	RAM	E4-G4	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	203,709	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	200,625	5	OK
	RAM	F4-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	185,625	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	179,562	5	OK
	RAM	F4-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	185,625	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	179,023	5	OK
	RAM	G4-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	185,625	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	177,997	5	OK
	RAM	G4-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	185,625	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	179,203	5	OK
4º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	179,203	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	175,281	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	191,281	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	182,416	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	182,416	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	175,748	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	183,416	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	180,949	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	180,949	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	180,149	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	180,949	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	174,991	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	197,281	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	191,478	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	191,478	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	188,504	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	175,478	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	172,334	10	OK
4º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	177,997	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	174,076	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	190,076	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	181,210	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	181,210	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	174,543	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	182,210	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	179,744	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	179,744	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	178,944	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	179,744	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	173,786	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	196,076	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	190,273	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	190,273	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	187,299	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	174,273	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	171,129	10	OK
4º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	179,562	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	175,641	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	191,641	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	182,775	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	182,775	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	176,108	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	183,775	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	181,309	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	181,309	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	180,509	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	181,309	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	175,351	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	197,641	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	191,838	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	191,838	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	188,864	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	175,838	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	172,694	10	OK
4º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	179,023	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	175,101	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	191,101	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	182,236	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	182,236	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	175,568	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	183,236	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	180,769	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	180,769	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	179,970	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	180,769	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	174,811	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	197,101	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	191,298	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	191,298	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	188,325	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	175,298	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	172,154	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
3º PAV - SHAFT	COL	D4-D3	33,60	1,74	40	50	44,0	1,14	OK	2,94	OK	0,357	3,000	239,010	3,000	7,600	10,600	1,072	2,716	3,788	235,222	5	OK
	RAM	D3-E3	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	235,222	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	229,171	5	OK
	RAM	E3-F3	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	228,421	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	225,336	5	OK
	RAM	E3-G3	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	229,921	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	226,836	5	OK
	RAM	F3-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	211,836	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	205,774	5	OK
	RAM	F4-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	211,836	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	205,235	5	OK
	RAM	G3-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	211,836	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	204,209	5	OK
	RAM	G3-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	211,836	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	205,414	5	OK
3º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	205,414	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	201,493	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	217,493	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	208,627	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	208,627	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	201,960	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	209,627	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	207,161	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	207,161	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	206,361	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	207,161	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	201,203	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	223,493	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	217,690	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	217,690	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	214,716	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	201,690	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	198,546	10	OK
3º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	204,209	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	200,288	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	216,288	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	207,422	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	207,422	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	200,755	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	208,422	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	205,955	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	205,955	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	205,156	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	205,955	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	199,997	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	222,288	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	216,485	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	216,485	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	213,511	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	200,485	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	197,341	10	OK
3º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	205,774	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	201,853	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	217,853	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	208,987	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	208,987	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	202,320	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	209,987	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	207,520	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	207,520	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	206,721	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	207,520	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	201,562	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	223,853	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	218,050	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	218,050	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	215,076	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	202,050	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	198,906	10	OK
3º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	205,235	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	201,313	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	217,313	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	208,447	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	208,447	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	201,780	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	209,447	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	206,981	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	206,981	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	206,181	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	206,981	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	201,023	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	223,313	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	217,510	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	217,510	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	214,536	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	201,510	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	198,366	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
2º PAV - SHAFT	COL	D3-D2	22,40	1,42	32	40	35,2	1,46	OK	2,63	OK	0,723	3,000	265,222	3,000	7,300	10,300	2,170	5,281	7,451	257,771	5	OK
	RAM	D2-E2	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	257,771	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	251,720	5	OK
	RAM	E2-F2	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	250,970	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	247,886	5	OK
	RAM	E2-G2	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	252,470	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	249,386	5	OK
	RAM	F2-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	234,386	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	228,323	5	OK
	RAM	F2-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	234,386	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	227,784	5	OK
	RAM	G2-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	234,386	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	226,758	5	OK
	RAM	G2-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	234,386	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	227,964	5	OK
2º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	227,964	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	224,042	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	240,042	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	231,176	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	231,176	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	224,509	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	232,176	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	229,710	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	229,710	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	228,910	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	229,710	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	223,752	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	246,042	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	240,239	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	240,239	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	237,265	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	224,239	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	221,095	10	OK
2º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	226,758	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	222,837	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	238,837	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	229,971	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	229,971	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	223,304	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	230,971	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	228,505	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	228,505	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	227,705	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	228,505	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	222,547	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	244,837	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	239,034	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	239,034	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	236,060	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	223,034	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	219,890	10	OK
2º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	228,323	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	224,402	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	240,402	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	231,536	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	231,536	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	224,869	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	232,536	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	230,070	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	230,070	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	229,270	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	230,070	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	224,112	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	246,402	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	240,599	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	240,599	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	237,625	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	224,599	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	221,455	10	OK
2º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	227,784	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	223,862	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	239,862	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	230,997	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	230,997	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	224,329	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	231,997	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	229,530	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	229,530	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	228,730	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	229,530	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	223,572	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	245,862	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	240,059	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	240,059	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	237,085	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	224,059	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	220,915	10	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
1º PAV - SHAFT	COL	D2-D1	11,20	1,00	32	40	35,2	1,03	OK	2,63	OK	0,394	3,000	287,771	3,000	7,300	10,300	1,183	2,879	4,063	283,708	5	OK
	RAM	D1-E1	11,20	1,00	25	32	27,8	1,65	OK	2,33	OK	1,210	0,000	283,708	0,400	4,600	5,000	0,484	5,567	6,051	277,658	5	OK
	RAM	E1-F1	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	-0,075	276,908	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	273,823	5	OK
	RAM	E1-G1	5,60	0,71	25	32	27,8	1,17	OK	2,33	OK	0,660	0,075	278,408	0,075	4,600	4,675	0,049	3,035	3,085	275,323	5	OK
	RAM	F1-A3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	260,323	4,450	12,400	16,850	1,601	4,461	6,062	254,261	5	OK
	RAM	F1-A4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,350	260,323	7,950	10,400	18,350	2,860	3,742	6,602	253,721	5	OK
	RAM	G1-A2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	260,323	10,800	10,400	21,200	3,886	3,742	7,627	252,696	5	OK
	RAM	G1-A1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	-1,500	260,323	7,450	10,400	17,850	2,680	3,742	6,422	253,901	5	OK
1º PAV - APTO 01	RAM	A1-B1	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	253,901	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	249,979	5	OK
	RAM	B1-C1	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	265,979	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	257,114	5	OK
	SUB-RAM	C1-D1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	257,114	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	250,447	10	OK
	RAM	C1-E1	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	258,114	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	255,647	5	OK
	SUB-RAM	E1-F1	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	255,647	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	254,848	10	OK
	SUB-RAM	E1-G1	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	255,647	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	249,689	10	OK
	RAM	B1-H1	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	271,979	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	266,177	5	OK
	RAM	H1-J1	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	266,177	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	263,203	10	OK
	SUB-RAM	H1-L1	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	250,177	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	247,033	10	OK
1º PAV - APTO 02	RAM	A2-B2	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	252,696	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	248,774	5	OK
	RAM	B2-C2	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	264,774	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	255,909	5	OK
	SUB-RAM	C2-D2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	255,909	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	249,241	10	OK
	RAM	C2-E2	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	256,909	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	254,442	5	OK
	SUB-RAM	E2-F2	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	254,442	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	253,642	10	OK
	SUB-RAM	E2-G2	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	254,442	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	248,484	10	OK
	RAM	B2-H2	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	270,774	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	264,971	5	OK
	RAM	H2-J2	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	264,971	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	261,997	10	OK
	SUB-RAM	H2-L2	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	248,971	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	245,827	10	OK
1º PAV - APTO 03	RAM	A3-B3	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	254,261	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	250,339	5	OK
	RAM	B3-C3	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	266,339	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	257,474	5	OK
	SUB-RAM	C3-D3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	257,474	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	250,806	10	OK
	RAM	C3-E3	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	258,474	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	256,007	5	OK
	SUB-RAM	E3-F3	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	256,007	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	255,207	10	OK
	SUB-RAM	E3-G3	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	256,007	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	250,049	10	OK
	RAM	B3-H3	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	272,339	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	266,536	5	OK
	RAM	H3-J3	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	266,536	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	263,562	10	OK
	SUB-RAM	H3-L3	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	250,536	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	247,392	10	OK
1º PAV - APTO 04	RAM	A4-B4	2,80	0,50	25	32	27,8	0,83	OK	2,33	OK	0,360	0,000	253,721	4,300	6,600	10,900	1,547	2,375	3,922	249,799	5	OK
	RAM	B4-C4	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	1,600	265,799	1,600	26,600	28,200	0,503	8,362	8,865	256,934	5	OK
	SUB-RAM	C4-D4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	256,934	2,300	16,500	18,800	0,816	5,852	6,667	250,267	10	OK
	RAM	C4-E4	1,70	0,39	20	25	21,6	1,07	OK	2,06	OK	0,771	0,100	257,934	0,100	3,100	3,200	0,077	2,390	2,467	255,467	5	OK
	SUB-RAM	E4-F4	1,00	0,30	20	25	21,6	0,82	OK	2,06	OK	0,485	0,000	255,467	0,150	1,500	1,650	0,073	0,727	0,799	254,668	10	OK
	SUB-RAM	E4-G4	0,70	0,25	20	25	21,6	0,68	OK	2,06	OK	0,355	0,000	255,467	0,300	16,500	16,800	0,106	5,852	5,958	249,509	10	OK
	RAM	B4-H4	0,40	0,19	20	25	21,6	0,52	OK	2,06	OK	0,217	2,200	271,799	7,100	19,600	26,700	1,543	4,260	5,803	265,997	5	OK
	RAM	H4-J4	0,30	0,16	20	25	21,6	0,45	OK	2,06	OK	0,169	0,000	265,997	1,100	16,500	17,600	0,186	2,788	2,974	263,023	10	OK
	SUB-RAM	H4-L4	0,10	0,09	15	20	17,0	0,42	OK	1,83	OK	0,202	-1,600	249,997	1,800	13,800	15,600	0,363	2,781	3,144	246,853	10	OK

APÊNDICE E – Dimensionamento do Projeto Hidráulico Com Sistema de Reúso (Tubulação de Água de Reúso)

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos Real	Comprimentos Equivalente	Comprimentos Total	Perda de carga Tubos	Perda de carga Conexões e Registros	Perda de carga Total	Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
RESERV	BAR	A-C	12,00	1,04	25	32	27,8	1,71	OK	2,33	OK	1,285	2,650	32,500	4,100	8,800	12,900	5,270	11,312	16,582	15,918	5	OK
BARRILETES	BAR	C-D	12,00	1,04	25	32	27,8	1,71	OK	2,33	OK	1,285	1,650	32,418	1,650	5,000	6,650	2,121	6,427	8,548	23,870	5	OK
	BAR	D-E	6,00	0,73	25	32	27,8	1,21	OK	2,33	OK	0,701	0,000	23,870	8,880	4,600	13,480	6,224	3,224	9,448	14,422	5	OK
	BAR	D-F	6,00	0,73	25	32	27,8	1,21	OK	2,33	OK	0,701	0,000	23,870	6,180	4,600	10,780	4,332	3,224	7,556	16,314	5	OK
	BAR	E-CAR1	3,00	0,52	25	32	27,8	0,86	OK	2,33	OK	0,382	0,000	14,422	6,640	2,400	9,040	2,538	0,917	3,455	10,967	5	OK
	BAR	E-CAR2	3,00	0,52	25	32	27,8	0,86	OK	2,33	OK	0,382	0,000	14,422	2,140	2,400	4,540	0,818	0,917	1,735	12,687	5	OK
	BAR	F-CAR3	3,00	0,52	25	32	27,8	0,86	OK	2,33	OK	0,382	0,000	16,314	6,640	2,400	9,040	2,538	0,917	3,455	12,859	5	OK
	BAR	F-CAR4	3,00	0,52	25	32	27,8	0,86	OK	2,33	OK	0,382	0,000	16,314	2,140	2,400	4,540	0,818	0,917	1,735	14,579	5	OK
COLUNA DE ÁGUA DE REÚSO 1	COL	CAR1-A10	3,00	0,52	25	32	27,8	0,86	OK	2,33	OK	0,382	2,800	38,967	2,800	4,600	7,400	1,070	1,758	2,828	36,139	5	OK
	RAM	A10-B10	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	36,139	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	35,664	5	OK
	COL	A10-A9	2,70	0,49	25	32	27,8	0,81	OK	2,33	OK	0,349	3,000	66,139	3,000	4,600	7,600	1,046	1,603	2,649	63,490	5	OK
	RAM	A9-B9	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	63,490	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	63,016	5	OK
	COL	A9-A8	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	3,000	93,490	3,000	4,600	7,600	0,943	1,446	2,389	91,101	5	OK
	RAM	A8-B8	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	91,101	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	90,627	5	OK
	COL	A8-A7	2,10	0,43	25	32	27,8	0,72	OK	2,33	OK	0,280	3,000	121,101	3,000	4,600	7,600	0,839	1,287	2,126	118,975	5	OK
	RAM	A7-B7	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	118,975	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	118,501	5	OK
	COL	A7-A6	1,80	0,40	25	32	27,8	0,66	OK	2,33	OK	0,244	3,000	148,975	3,000	4,600	7,600	0,733	1,124	1,858	147,117	5	OK
	RAM	A6-B6	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	147,117	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	146,643	5	OK
	COL	A6-A5	1,50	0,37	20	25	21,6	1,00	OK	2,06	OK	0,691	3,000	177,117	3,000	3,100	6,100	2,073	2,142	4,214	172,903	5	OK
	RAM	A5-B5	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	172,903	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	172,429	5	OK
	COL	A5-A4	1,20	0,33	20	25	21,6	0,90	OK	2,06	OK	0,568	3,000	202,903	3,000	3,100	6,100	1,705	1,762	3,467	199,436	5	OK
	RAM	A4-B4	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	199,436	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	198,962	5	OK
	COL	A4-A3	0,90	0,28	20	25	21,6	0,78	OK	2,06	OK	0,442	3,000	229,436	3,000	3,100	6,100	1,326	1,370	2,695	226,741	5	OK
	RAM	A3-B3	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	226,741	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	226,266	5	OK
	COL	A3-A2	0,60	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	3,000	256,741	3,000	3,100	6,100	0,930	0,961	1,890	254,850	5	OK
	RAM	A2-B2	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	254,850	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	254,376	5	OK
	COL	A2-A1	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	3,000	284,850	3,000	2,400	5,400	1,581	1,265	2,846	282,005	5	OK
	RAM	A1-B1	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	282,005	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	281,530	5	OK
COLUNA DE ÁGUA DE REÚSO 2	COL	CAR2-A10	3,00	0,52	25	32	27,8	0,86	OK	2,33	OK	0,382	2,800	40,687	2,800	4,600	7,400	1,070	1,758	2,828	37,859	5	OK
	RAM	A10-B10	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	37,859	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	37,384	5	OK
	COL	A10-A9	2,70	0,49	25	32	27,8	0,81	OK	2,33	OK	0,349	3,000	67,859	3,000	4,600	7,600	1,046	1,603	2,649	65,210	5	OK
	RAM	A9-B9	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	65,210	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	64,736	5	OK
	COL	A9-A8	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	3,000	95,210	3,000	4,600	7,600	0,943	1,446	2,389	92,821	5	OK
	RAM	A8-B8	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	92,821	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	92,346	5	OK
	COL	A8-A7	2,10	0,43	25	32	27,8	0,72	OK	2,33	OK	0,280	3,000	122,821	3,000	4,600	7,600	0,839	1,287	2,126	120,695	5	OK
	RAM	A7-B7	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	120,695	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	120,220	5	OK
	COL	A7-A6	1,80	0,40	25	32	27,8	0,66	OK	2,33	OK	0,244	3,000	150,695	3,000	4,600	7,600	0,733	1,124	1,858	148,837	5	OK
	RAM	A6-B6	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	148,837	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	148,363	5	OK
	COL	A6-A5	1,50	0,37	20	25	21,6	1,00	OK	2,06	OK	0,691	3,000	178,837	3,000	3,100	6,100	2,073	2,142	4,214	174,623	5	OK
	RAM	A5-B5	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	174,623	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	174,148	5	OK
	COL	A5-A4	1,20	0,33	20	25	21,6	0,90	OK	2,06	OK	0,568	3,000	204,623	3,000	3,100	6,100	1,705	1,762	3,467	201,156	5	OK
	RAM	A4-B4	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	201,156	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	200,682	5	OK
	COL	A4-A3	0,90	0,28	20	25	21,6	0,78	OK	2,06	OK	0,442	3,000	231,156	3,000	3,100	6,100	1,326	1,370	2,695	228,461	5	OK
	RAM	A3-B3	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	228,461	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	227,986	5	OK
	COL	A3-A2	0,60	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	3,000	258,461	3,000	3,100	6,100	0,930	0,961	1,890	256,570	5	OK
	RAM	A2-B2	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	256,570	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	256,096	5	OK
	COL	A2-A1	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	3,000	286,570	3,000	2,400	5,400	1,581	1,265	2,846	283,724	5	OK
	RAM	A1-B1	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	283,724	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	283,250	5	OK

	Barrilete / coluna / ramal	Trecho	Peso Acumulado	Vazão	Diâmetro Interno Requerido (Ábaco)	Diâmetro Comercial (Externo)	Diâmetro Comercial (Interno)	Velocidade	Velocidade < 3,0 m/s	Velocidade < 14 D^0,5 m/s		Perda de carga unitária	Diferença de cotas Sobe (-) Desce(+)	Pressão disponível	Comprimentos			Perda de carga			Pressão disponível residual	Pressão requerida no ponto de utilização	Pressão disponível > Pressão requerida
															Real	Equivalente	Total	Tubos	Conexões e Registros	Total			
			ΣP	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/s)		(kPa/m)	(m)	(kPa)	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
COLUNA DE ÁGUA DE REÚSO 3	COL	CAR3-A10	3,00	0,52	25	32	27,8	0,86	OK	2,33	OK	0,382	2,800	40,859	2,800	4,600	7,400	1,070	1,758	2,828	38,031	5	OK
	RAM	A10-B10	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	38,031	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	37,557	5	OK
	COL	A10-A9	2,70	0,49	25	32	27,8	0,81	OK	2,33	OK	0,349	3,000	68,031	3,000	4,600	7,600	1,046	1,603	2,649	65,383	5	OK
	RAM	A9-B9	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	65,383	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	64,908	5	OK
	COL	A9-A8	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	3,000	95,383	3,000	4,600	7,600	0,943	1,446	2,389	92,993	5	OK
	RAM	A8-B8	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	92,993	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	92,519	5	OK
	COL	A8-A7	2,10	0,43	25	32	27,8	0,72	OK	2,33	OK	0,280	3,000	122,993	3,000	4,600	7,600	0,839	1,287	2,126	120,867	5	OK
	RAM	A7-B7	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	120,867	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	120,393	5	OK
	COL	A7-A6	1,80	0,40	25	32	27,8	0,66	OK	2,33	OK	0,244	3,000	150,867	3,000	4,600	7,600	0,733	1,124	1,858	149,010	5	OK
	RAM	A6-B6	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	149,010	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	148,536	5	OK
	COL	A6-A5	1,50	0,37	20	25	21,6	1,00	OK	2,06	OK	0,691	3,000	179,010	3,000	3,100	6,100	2,073	2,142	4,214	174,795	5	OK
	RAM	A5-B5	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	174,795	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	174,321	5	OK
	COL	A5-A4	1,20	0,33	20	25	21,6	0,90	OK	2,06	OK	0,568	3,000	204,795	3,000	3,100	6,100	1,705	1,762	3,467	201,329	5	OK
	RAM	A4-B4	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	201,329	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	200,854	5	OK
	COL	A4-A3	0,90	0,28	20	25	21,6	0,78	OK	2,06	OK	0,442	3,000	231,329	3,000	3,100	6,100	1,326	1,370	2,695	228,633	5	OK
	RAM	A3-B3	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	228,633	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	228,159	5	OK
	COL	A3-A2	0,60	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	3,000	258,633	3,000	3,100	6,100	0,930	0,961	1,890	256,743	5	OK
	RAM	A2-B2	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	256,743	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	256,269	5	OK
	COL	A2-A1	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	3,000	286,743	3,000	2,400	5,400	1,581	1,265	2,846	283,897	5	OK
	RAM	A1-B1	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	283,897	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	283,423	5	OK
COLUNA DE ÁGUA DE REÚSO 4	COL	CAR4-A10	3,00	0,52	25	32	27,8	0,86	OK	2,33	OK	0,382	2,800	42,579	2,800	4,600	7,400	1,070	1,758	2,828	39,751	5	OK
	RAM	A10-B10	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	39,751	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	39,277	5	OK
	COL	A10-A9	2,70	0,49	25	32	27,8	0,81	OK	2,33	OK	0,349	3,000	69,751	3,000	4,600	7,600	1,046	1,603	2,649	67,102	5	OK
	RAM	A9-B9	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	67,102	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	66,628	5	OK
	COL	A9-A8	2,40	0,46	25	32	27,8	0,77	OK	2,33	OK	0,314	3,000	97,102	3,000	4,600	7,600	0,943	1,446	2,389	94,713	5	OK
	RAM	A8-B8	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	94,713	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	94,239	5	OK
	COL	A8-A7	2,10	0,43	25	32	27,8	0,72	OK	2,33	OK	0,280	3,000	124,713	3,000	4,600	7,600	0,839	1,287	2,126	122,587	5	OK
	RAM	A7-B7	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	122,587	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	122,113	5	OK
	COL	A7-A6	1,80	0,40	25	32	27,8	0,66	OK	2,33	OK	0,244	3,000	152,587	3,000	4,600	7,600	0,733	1,124	1,858	150,730	5	OK
	RAM	A6-B6	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	150,730	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	150,255	5	OK
	COL	A6-A5	1,50	0,37	20	25	21,6	1,00	OK	2,06	OK	0,691	3,000	180,730	3,000	3,100	6,100	2,073	2,142	4,214	176,515	5	OK
	RAM	A5-B5	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	176,515	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	176,041	5	OK
	COL	A5-A4	1,20	0,33	20	25	21,6	0,90	OK	2,06	OK	0,568	3,000	206,515	3,000	3,100	6,100	1,705	1,762	3,467	203,048	5	OK
	RAM	A4-B4	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	203,048	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	202,574	5	OK
	COL	A4-A3	0,90	0,28	20	25	21,6	0,78	OK	2,06	OK	0,442	3,000	233,048	3,000	3,100	6,100	1,326	1,370	2,695	230,353	5	OK
	RAM	A3-B3	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	230,353	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	229,879	5	OK
	COL	A3-A2	0,60	0,23	20	25	21,6	0,63	OK	2,06	OK	0,310	3,000	260,353	3,000	3,100	6,100	0,930	0,961	1,890	258,463	5	OK
	RAM	A2-B2	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	258,463	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	257,988	5	OK
	COL	A2-A1	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	3,000	288,463	3,000	2,400	5,400	1,581	1,265	2,846	285,617	5	OK
	RAM	A1-B1	0,30	0,16	15	20	17,0	0,72	OK	1,83	OK	0,527	0,000	285,617	0,700	0,200	0,900	0,369	0,105	0,474	285,142	5	OK