



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL E HIDRÁULICO – SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA SEGURANÇA DE CHARQUEADAS

PROJETO DE SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA PARA BANHO.





23060200042873



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL E HIDRÁULICO – PENITENCIÁRIA DE
ALTA SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



APRESENTAÇÃO

O presente documento, projeto técnico, visa subsidiar tecnicamente a instalação do sistema de aquecimento de água para banho a ser implementado na penitenciária de alta segurança de Charqueadas – PASC.

Neste relatório tratar-se-ão de aspectos relativos ao estudo das redes atuais da penitenciária, da demanda de água quente do estabelecimento penal, do dimensionamento dos equipamentos necessários para aquecimento de água, da central de GLP a ser implementada bem como de todas as questões técnicas necessárias à execução do projeto.

Lajeado, abril de 2024.



23060200042873



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL E HIDRÁULICO – PENITENCIÁRIA DE
ALTA SEGURANÇA DE CHARQUEADAS





MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



SUMÁRIO

I	INFORMAÇÕES GERAIS	6
I.1	DADOS DO CONTRATANTE	6
I.2	EQUIPE RESPONSÁVEL PELO PROJETO	6
I.3	EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO	6
II	GENERALIDADES.....	7
III	OBJETIVO.....	7
III.1	CONCEITO SOBRE O USO DAS INSTALAÇÕES	7
IV	NORMAS E ESPECIFICAÇÕES	7
V	SISTEMAS PROPOSTOS NESTE MEMORIAL	8
V.1	DESCRIÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA QUENTE	8
V.2	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	8
V.2.1	CONSUMO DE ÁGUA POR SISTEMA	9
V.2.2	CAPACIDADE DOS AQUECEDORES DE PASSAGEM	12
V.2.3	TEMPO DE RECIRCULAÇÃO	14
V.3	GÁS GLP	16
V.3.1	SISTEMA.....	17
V.3.2	CONSUMO DE GÁS	17
V.4	ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS ..	19
V.4.1	SISTEMA DE ÁGUA	19
V.4.2	SISTEMA DE GÁS GLP	22
VI	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS E MONTAGENS	28
VI.1	EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS	28
VI.1.1	CONSTRUÇÃO CIVIL.....	29
VII	MATERIAIS.....	31
VII.1	MATERIAIS A EMPREGAR.....	31
VII.1.1	MATERIAIS USADOS E DANIFICADOS.....	31
VIII	TABELA DE PRESSÕES	32
VIII.1.1	SISTEMA 1.....	32
VIII.1.2	SISTEMA 2.....	37
VIII.1.3	SISTEMA 3.....	41



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



VIII.1.4	SISTEMA 4.....	46
VIII.1.5	CELAS DE TRIAGEM	50
VIII.1.6	RELAÇÃO DE PRANCHAS	53
VIII.1.7	OPERAÇÃO DO SISTEMA	54
IX	RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	56



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



I INFORMAÇÕES GERAIS

I.1 DADOS DO CONTRATANTE

Razão Social	SUPERINTENDENCIA DOS SERVIÇOS PENITENCIÁRIOS
CNPJ	17.176.399/0001-69
Endereço	Avenida Sertório, 1988
Município	Porto Alegre/RS
Telefone contato	(51) 3288-7200
E-mail	dof@susepe.rs.gov.br

I.2 EQUIPE RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Profissional	Formação	Registro	Função
Alberto Togni	Engenheiro mecânico	CREA RS 233131	Gerente de projeto/responsável técnico
Fernando Battisti	Engenheiro civil	CREA RS 230439	Responsável técnico
Gustavo Schmidt dos Anjos	Engenheiro eletricista	CREA RS 223597	Responsável técnico

I.3 EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO

Razão Social	INTEGRA GEOLOGIA AMBIENTAL LTDA		
Endereço	Rua Ervino Arthur Thomas, 364 – Universitário		
Município	Lajeado/RS		
CNPJ	28.075.541/0001-06		
Contato	Engenheiro Alberto Togni		
E-mail	contato@integraambiental.com		
Telefone	(51) 4064-0247 – (51) 98652-6702 – (51) 9702-7126		
Registro CREA RS	228179		
Responsáveis Técnicos CREA	FERNANDO BATTISTI	Engenheiro Civil	
	GLAUCO RAFAELE BAO	Engenheiro Químico	
	JONATAS MONTEIRO DA SILVA AVELINO	Geólogo	
	LEONARDO FERREIRA CENCI	Engenheiro Agrônomo, Técnico em Zootecnia	
	ALBERTO TOGNI	Engenheiro Mecânico	
	GUSTAVO SCHMIDT DOS ANJOS	Engenheiro Eletricista	



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



II GENERALIDADES

O presente memorial descritivo refere-se à implementação de projeto de sistema de aquecimento de água para banho para a Penitenciária de Alta Segurança de Charqueadas (PASC), RS 401, km 16, Charqueadas/RS - 96745-000. O sistema a ser projetado deverá ser implantado no local descrito.

III OBJETIVO

O relatório aqui expresso tem o objetivo de apresentar a concepção preliminar de projeto dos sistemas hidráulicos e de aquecimento de água a ser implementado na edificação. Serão explicitados os dimensionamentos, posições, locações e as especificações técnicas para o entendimento e subsídio para execução dos sistemas.

III.1 CONCEITO SOBRE O USO DAS INSTALAÇÕES

As instalações projetadas destinam-se exclusivamente à agência penitenciária deste projeto.

IV NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Para o desenvolvimento das soluções apresentadas neste memorial preliminar foram observadas as normas, códigos e recomendações das entidades a seguir relacionadas:

- ABNT NBR 5626/20 – Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção;
- ABNT NBR 13523/19 – Central de gás Liquefeito de petróleo – GLP;
- ABNT NBR 15526/12 – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais – Projeto e Execução;
- ABNT NBR 16057/12 – Sistema de aquecimento de água a gás (SAAG) – Projeto e instalação;
- ABNT NBR 15813/18 - Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria – Parte 1 e Parte 2;
- ABNT NBR 11720/10 - Conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar;
- ABNT NBR 5648/18 - Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria;
- NR 6 – Equipamentos de proteção individual;
- NR 8 – Edificações;
- NR12 – Segurança no trabalho em máquina e equipamentos;
- NR 35 – Segurança no trabalho em altura;
- E outras específicas a cada unidade particular do sistema de utilidades.



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



V SISTEMAS PROPOSTOS NESTE MEMORIAL

- Sistema de aquecimento de água para banho
- Central de gás GLP

V.1 DESCRIÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA QUENTE

O abastecimento de água quente será realizado através do aquecimento da água fria previamente armazenada em reservatórios térmicos elétricos de alta pressão por aquecedores de passagem a gás, que encaminharão a água quente novamente para os reservatórios térmicos elétricos de alta pressão, cuja função é manter a temperatura e pressão do volume d'água. O volume pressurizado será encaminhado para as alas penitenciárias através de tubos isolados termicamente, a fim evitar a perda calórica da água.

O abastecimento das alas foi dividido em 4 sistemas, cada um possuindo aquecedores de passagem e reservatórios térmicos elétricos independentes. O controle de vazão dos pontos de uso será feito nas colunas localizadas nas centrais de controle de cada pavimento, onde será realizada a abertura e controle de temperatura da água quente.

As alas C e D do 2º pavimento serão abastecidas pelo sistema 1, já as alas C e D do 3º pavimento, serão abastecidas pelo sistema 3.

As alas A e B do 2º pavimento serão abastecidas pelo sistema 2, já as alas A e B do 3º pavimento serão abastecidas pelo sistema 4.

O reservatório de água fria existente possui 30.000 litros. Visto que não serão instalados novos pontos de consumo, não será necessário o aumento deste reservatório.

A fim de evitar o resfriamento da água quente dentro da tubulação, será instalado um sistema de recirculação de água, garantindo água quente nos pontos de uso imediatamente após a abertura dos registros.

Para as 13 celas de triagem, foi previsto um sistema próprio de aquecimento sem acumulação de água quente, utilizando o aquecimento através de aquecedores de passagem a gás.

V.2 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Para cálculo das vazões de dimensionamento, utilizou-se o especificado na norma NBR-5626/20 da ABNT.

Através do lançamento da tubulação no Software QiBuilder – AltoQi, pode-se definir o diâmetro das tubulações e modelo de motobombas circuladoras para a vazão apresentada no sistema.



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



A divisão do abastecimento de água quente em 4 sistemas permitiu que cada pavimento e suas respectivas alas tivessem um dimensionamento preciso, atingindo a pressão e vazão nos pontos de uso sem a utilização de sistemas extras de pressurização que acrescentariam em complexidade de projeto.

Cada sistema possui um total de 72 pontos de uso.

As celas de triagem serão abastecidas de água quente por sistema independente, sem a presença de reservatórios de acumulação visto o pequeno número de pontos de consumo, rotina diferenciada de banhos e distância reduzida entre os aquecedores de passagem e as celas.

V.2.1 CONSUMO DE ÁGUA POR SISTEMA

- Consumo unitário de chuveiro conforme NBR 5626/20 = 6 L/min
- Duração do banho = 5 min
- Volume necessário de água quente por banho

$$V = 6 \text{ L/min} * 5 \text{ min} * 72 \text{ un} = 2160 \text{ L}$$

Para cada banho, o volume mínimo do reservatório térmico elétrico deve ser de 2160 L. Contudo, o volume de água armazenada dentro da tubulação posterior à ligação com o ramal de circulação deve ser circulado para que a água aquecida chegue aos pontos de consumo, como mostra a Tabela 1. Desta forma, como margem de segurança e devido à mistura de água fria com a quente no reservatório térmico, para garantir pleno funcionamento do sistema definiu-se o volume do reservatório térmico em 4000L.

Tabela 1 - Comprimento de tubulação entre o registro misturador e a última ducha atendida. Porção sem recirculação.

Diâmetro da Tubulação PPR 25 PN (mm)	Comprimento da Tubulação (m)
110	0,32
110	0,2
110	1,3
110	0,32
110	0,2
90	0,2
90	9,9
90	1,62



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



90	0,16
75	9,1
75	0,3
75	0,3
75	4,04
75	4,4
75	4,38
75	4,38
75	4,38
75	4,38
75	4,38
75	4,38
75	4,38
75	4,72
75	4,38
75	4,38
75	0,3
63	4,08
63	4,38
63	4,38
63	0,3
40	4,08
40	0,3
32	4,08
25	4,38
25	0,52
25	0,52
25	0,2
25	0,2

Comprimento Total 110 mm	2,34
Comprimento Total 90 mm	11,88
Comprimento Total 75 mm	62,58
Comprimento Total 63 mm	13,14
Comprimento Total 40 mm	4,38
Comprimento Total 32 mm	4,08
Comprimento Total 25 mm	5,82

O diâmetro interno considerado para a tubulação (ref. AMANCO) é de:

- DN 110 mm – DI 73,4 mm
- DN 90 mm – DI 60 mm
- DN 75 mm – DI 50 mm
- DN 63 mm – DI 42 mm
- DN 40 mm – DI 26,6 mm



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



- DN 32 mm – DI 21,2 mm

- DN 25 mm – DI 16,6 mm

O volume por metro de tubulação se dá a partir da multiplicação da área da seção interna da tubulação pelo seu comprimento total.

$$\frac{V}{m} (110mm) = \frac{(7,34 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 234 \text{ cm} = 9901,43 \text{ cm}^3 = 9,91L$$

$$V/m (90mm) = \frac{(6 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 1188 \text{ cm} = 33589,91 \text{ cm}^3 \cong 33,59 L$$

$$V/m (75mm) = \frac{(5 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 6258 \text{ cm} = 122875,54 \text{ cm}^3 \cong 122,88 L$$

$$V/m (63mm) = \frac{(4,2 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 1314 \text{ cm} = 185843,23 \text{ cm}^3 \cong 18,59 L$$

$$V/m (40mm) = \frac{(2,66 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 438 \text{ cm} = 24362,60 \text{ cm}^3 \cong 2,44 L$$

$$V/m (32mm) = \frac{(2,12 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 408 \text{ cm} = 1440,20 \text{ cm}^3 \cong 1,44 L$$

$$V/m (25mm) = \frac{(1,66 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 582 \text{ cm} = 1259,59 \text{ cm}^3 \cong 1,26 L$$



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



O volume total contido dentro da tubulação desde o registro na central de comando até os chuveiros mais distantes em ambos os lados da Ala é de 190,11 L. Este é o volume de água que não irá passar pelo processo de recirculação. Devido à alta vazão do sistema de aproximadamente 26m³/h, não se considera que tal volume afete o funcionamento e o tempo de disponibilização da água aquecida nos pontos de consumo.

V.2.2 CAPACIDADE DOS AQUECEDORES DE PASSAGEM

O modelo de aquecedores de passagem definido foi de 32,5 L/min, possuindo 2 unidades para cada sistema, por redundância, instalados em paralelo para duplicar a vazão fornecida pelos mesmos.

- Vazão = 65 L/min
- Tempo necessário para abastecimento total do reservatório térmico elétrico

$$\Delta T = \frac{4000 L}{65 L/min} = 61,54 min \cong 62 min$$

Serão necessários 62 minutos para que os aquecedores de passagem reabastecem o reservatório térmico elétrico por completo considerando um diferencial de temperatura de 25 graus no reservatório. Como medida de segurança, devido a variação da temperatura de entrada de água fria nos reservatórios térmicos e para aquecer a água proveniente da recirculação da rede, recomenda-se que o acionamento das bombas que alimentam os aquecedores de passagem seja 90 minutos antes do horário dos banhos. Após o tempo estipulado conforme programação horária e diária dos banhos, o sistema de circulação dos aquecedores será desligado pois os banhos irão ocorrer com a água quente armazenada nos boilers.

Caso haja a necessidade de manutenção de um dos aquecedores de passagem, a vazão fornecida será de apenas 32,5 L/min nos boilers.

- Vazão = 32,5 L/min



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



- Tempo necessário para abastecimento total do reservatório térmico elétrico com apenas 1 aquecedor de passagem

$$\Delta T = \frac{4000 L}{32,5 L/min} = 123,08 min \cong 124 min$$

Serão necessários 124 minutos para que apenas 1 aquecedor de passagem reabasteça o reservatório térmico elétrico por completo para um diferencial de temperatura de 25 graus.

Em quartas e sábados, haverá banhos duas vezes ao dia, com o intervalo entre os banhos de 540 minutos. Ainda assim, o boiler será abastecido completamente em um intervalo menor do que sua demanda.

O modelo de aquecedor de passagem selecionado para as celas de triagem foi o de 32,5 L/min, possuindo três unidades. Duas unidades atenderão 4 celas cada, e uma unidade atenderá 5 celas, abastecendo por completo as treze celas de triagem existentes.

- Consumo unitário de chuveiro = 6 L/min

- Unidades atendidas = 5 un

$$Vazão\ necessária = 6\ L/min * 5\ un = 30\ L/min$$

Considerando vazão máxima de 30 L/min, o modelo de aquecedor de passagem selecionado garantirá pleno aquecimento mesmo que todas as celas estejam ocupadas e realizarem banhos simultaneamente supondo um diferencial de temperatura requerido de 25 °C.

Para as celas de triagem, não se prevê a mistura de água quente e fria pois os aquecedores de passagem digitais disponibilizam a água já na temperatura de consumo, sem necessidade de mistura, conforme pré-determinado no seu painel digital. Como as distâncias entre a cela e o aquecedor são pequenas, não se prevê também sistema de recirculação.



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



V.2.3 TEMPO DE RECIRCULAÇÃO

A fim de otimizar custos de energia, o sistema de recirculação para atender ao sistema das celas principais será ligado apenas antes dos banhos programados. A duração do funcionamento da recirculação depende do volume de água contido dentro da tubulação que interliga o reservatório térmico elétrico aos registros nas centrais de controle e a vazão obtida pela motobomba circuladora do sistema de recirculação.

O Sistema 4 tem o percurso mais longo de tubulação, conseqüentemente, tem o maior volume a ser recirculado. A partir da Tabela 2 abaixo, encontra-se o somatório dos comprimentos das tubulações de acordo com seu respectivo diâmetro.

Tabela 2 - Comprimento da tubulação – Reservatório Térmico até Registro na central de comando e retorno para Reservatório Térmico.

Diâmetro da Tubulação PPR 25 PN (mm)	Comprimento da Tubulação (m)
110	0,2
110	0,15
110	0,48
110	0,48
110	0,93
110	0,45
110	0,4
110	0,5
110	0,83
110	7,84
110	14,1
110	3,43
110	3,3
110	0,65
110	29,48
110	1,55
110	0,65
110	2,5
110	0,9
110	46
110	53,38
110	0,79
110	0,1
110	0,2
110	3,3
110	0,9
75	0,15
75	0,1
50	0,1
32	0,1
32	0,2



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



32	0,4
32	3,3
32	0,2
32	0,2
32	1,04
32	53,58
32	46
32	0,8
32	2,5
32	0,75
32	1,75
32	29,68
32	0,75
32	3,3
32	3,33
32	14,1
32	8,04
32	0,83
32	0,4
32	0,4
32	0,42
32	0,19
32	0,12
32	0,14
32	0,24
32	0,24
32	0,24
Comprimento Total 110 mm	173,49
Comprimento Total 75 mm	0,25
Comprimento Total 50 mm	0,1
Comprimento Total 32 mm	173,24

O diâmetro interno considerado para a tubulação (ref. AMANCO) é de:

- DN 110 mm – DI 73,4 mm
- DN 75 mm – DI 50 mm
- DN 50 mm – DI 33,2 mm
- DN 32 mm – DI 21,2 mm

O volume por metro de tubulação se dá a partir da multiplicação da área da seção interna da tubulação pelo seu comprimento total.



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



$$V/m (110mm) = \frac{(7,34 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 17349 \text{ cm} = 734102,07 \text{ cm}^3 \cong 735 \text{ L}$$

$$V/m (75mm) = \frac{(5 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 25 \text{ cm} = 490,87 \text{ cm}^3 \cong 0,5 \text{ L}$$

$$V/m (50mm) = \frac{(3,32 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 10 \text{ cm} = 86,57 \text{ cm}^3 \cong 0,10 \text{ L}$$

$$V/m (32mm) = \frac{(2,12 \text{ cm})^2 * \pi}{4} * 17324 \text{ cm} = 61151,88 \text{ cm}^3 \cong 62 \text{ L}$$

O volume total contido dentro da tubulação do sistema 4 que interliga o reservatório térmico elétrico ao registro na central de controle e de volta ao reservatório térmico elétrico pela tubulação de recirculação é de aproximadamente 798 L. A partir do dimensionamento da motobomba circuladora deste sistema, tem-se a vazão de 30 L/min. Desta forma, a duração de funcionamento da recirculação é dada pela razão abaixo.

$$\Delta T = \frac{798 \text{ L}}{30 \text{ L/min}} = 26,6 \text{ min} \cong 27 \text{ min}$$

Ademais ao tempo de aquecimento da água pelos aquecedores de passagem, a recirculação deverá ser ligada pelo menos 27 minutos antes do horário programado para o banho. Como margem de segurança, a recomendação é que o sistema seja ligado 1h antes da utilização devido ao tempo de aquecimento do próprio material das tubulações bem como para recuperação da temperatura da água fria proveniente da rede(recirculação) que irá adentrar o boiler.

V.3 GÁS GLP



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



V.3.1 SISTEMA

O projeto prevê dois sistemas de distribuição de gás GLP, de maneira que a partir dos abrigos de gás localizados no interior do terreno, seja feita a interligação da tubulação e distribuição para os sistemas de aquecimento de água.

Cada sistema possuirá dois botijões para eventuais manutenções, totalizando um total de 8 botijões para o sistema principal e 2 botijões para o sistema que atende as celas de triagem. Optou-se por manter o padrão, utilizando somente botijões P-190 para ambos os sistemas

V.3.2 CONSUMO DE GÁS

Para o modelo de aquecedores de passagem definido, o consumo de gás GLP é de 3,75 kg/h. Para fins de cálculo, utilizou-se 4 kg/h.

- Consumo unitário = 4 kg/h
- Duração de funcionamento dos aquecedores por banho = 62 min = 1,03 horas
- Consumo Total por banho

$$C_{\text{banho}} = 1,03 \text{ h} * 4 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 2 \text{ un} = 8,24 \text{ kg}$$

Através do cronograma semanal fornecido pela Agência Penitenciária, haverá um banho a cada dia, exceto nas quartas-feiras e sábados, quando haverá dois banhos no dia. O total de banhos por semana é de 9 banhos.

- Consumo semanal de gás por sistema



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



$$C_{semana} = 9 \text{ un} * 8,24 \text{ kg} = 74,16 \text{ kg}$$

Considerando 4 semanas em um mês, o consumo estimado de gás mensal por sistema é de 296,64 kg.

O modelo de botijão selecionado foi o P190, que possui capacidade de 190 kg de gás, sendo destinadas duas unidades do botijão para cada sistema, totalizando 380 kg. Desta forma, garante-se que a troca dos botijões possa ser mensal. Neste cálculo não foi previsto o tempo adicional de segurança para aquecimento de água visto que durante este tempo, caso a temperatura de água já tenha sido atingida dentro do reservatório térmico, o aquecedor não irá sobreaquecer a água, não consumindo mais gás. A estimativa deste cálculo é aproximada visto que existem variações consideráveis de temperatura de entrada de água de consumo durante o ano.

Para as celas de triagem, previu-se a construção de outro abrigo de gás próximo as instalações dos aquecedores de passagem a fim de evitar gastos com intervenções em estruturas existentes.

Caso todas as 13 celas de triagem estejam ocupadas e haja 1 banho por dia com duração de 5 minutos, o consumo de gás mensal será de 30 kg, conforme cálculo abaixo.

- Consumo unitário = 4 kg/h
- Duração de funcionamento dos aquecedores por banho = 5 min = 0,083 horas

$$C_{mensal_{triagem}} = 4 \text{ kg/h} * 3 \text{ un} * 0,083 \text{ h} * 30 \text{ dias} = 29,88 \text{ kg} \cong 30 \text{ kg}$$

O modelo de botijão selecionado foi o P190, que possui capacidade de 190 kg de gás, sendo destinadas duas unidades, por redundância, caso haja a necessidade de manutenção em 1 dos botijões. Desta forma, garante-se que a troca dos botijões possa ser mensal. Tal modelo foi selecionado visando o reabastecimento do botijão, já que não há troca de recipientes, e sim a recarga *in loco*. Visto que os botijões que abastecem as alas principais são do mesmo modelo, o reabastecimento de todas as unidades da Agência Penitenciária se dará apenas com recarga *in loco* para os sistemas projetados.



V.4 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS

V.4.1 SISTEMA DE ÁGUA

V.4.1.1 TUBULAÇÃO

Os tubos deverão ser em PPR PN25 para rede de água quente conforme NBR-15813/18 e PVC rígido marrom, com juntas soldáveis, classe A pressão de serviço 7,5 kgf/cm² para a rede de distribuição de água fria. Fabricados e dimensionados conforme a norma NBR-5648/77 da ABNT. O fornecimento deverá ser tubos com comprimento útil de 6,0 m.

Toda a tubulação de água, desde o reservatório de água fria será nova, não prevendo-se nenhum tipo de reaproveitamento devido à dificuldade de prever a qualidade das tubulações presentes no local. Salienta-se que a rede que abastece a penitenciária hoje em parte é de tubulação metálica. As tubulações de água fria existentes que atendem aos banhos somente deverão ser removidas das alas penitenciárias devido a passagem das novas tubulações. As tubulações que atendem aos reservatórios das celas não serão alteradas e deverão ser mantidas.

As tubulações de rede de vapor existentes, conforme memorial fotográfico, deverão ser igualmente removidas pois o caminho das mesmas será ocupado pelas novas tubulações de água que acompanharão o traçado.

V.4.1.2 CONEXÕES

As conexões deverão ser em PPR para a rede de alimentação de água quente conforme NBR-15813/18 e em PVC-R rígido, marrom, com bolsas para junta soldáveis, classe A pressão de serviço 7,5 Kgf/cm², fabricadas e dimensionadas conforme a norma NBR-5648/77 da ABNT para rede de distribuição de água fria.

V.4.1.3 REGISTROS ESFERA E DE GAVETA METÁLICOS



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Os registros esfera e gaveta deverão ser de bronze. Acabamento bruto, conforme definição da arquitetura, nos registros que normalmente permanecerão abertos. Todos os registros deverão possuir alavancas de controle em material metálico não sendo aceitas peças plásticas.

V.4.1.4 REGISTROS DE PRESSÃO

Os registros de pressão localizados exclusivamente dentro das celas deverão possuir corpo e manopla em PPR, não sendo aceito nenhum tipo de componente metálico.

V.4.1.5 ISOLAMENTO TÉRMICO

Os tubos de água quente devem ser isolados termicamente com manta de lã de vidro possuindo espessura mínima de 10 mm e diâmetro de acordo com a tubulação à ser isolada, envelopada por folha de alumínio. Poderão ser aceitas, conforme autorização da contratante, soluções que apresentem o mesmo ou menor coeficiente de transferência de calor e comprovada durabilidade para instalação ao ar livre.

V.4.1.6 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO

As colunas de água e tubulações que forem suspensas sob laje ou fixadas em paredes devem ser presas com cinta de aço galvanizado, com espessura mínima de 0,4 mm e largura de acordo com o diâmetro da tubulação à ser fixada. Conforme indicação do fabricante das tubulações, a largura mínima da cinta de fixação deve ser de 75% o diâmetro da tubulação. O espaçamento entre as fixações quando instaladas na horizontal não deve ultrapassar 0,9 metros para tubulações cujo diâmetro é igual ou inferior à 1", e 1,2 metros para as tubulações de demais diâmetros.

Quando instalada na vertical, o espaçamento das fixações não deve ultrapassar 2 metros, independente do diâmetro.

V.4.1.7 RESERVATÓRIO DE ÁGUA QUENTE



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Os reservatórios de água quente devem ser de alta pressão, possuindo volume de 4000 litros cada. As paredes internas devem ser em aço inox 304 ou 316, isoladas termicamente com PU rígido e acabamento externo em Aluzinco ou inox. Deve possuir 3 resistências elétricas de 5kW e pressão de trabalho mínima de 40 m.c.a. As conexões do reservatório deverão seguir conforme projeto, não sendo aceitas reduções para diâmetros menores.

V.4.1.8 AQUECEDORES DE PASSAGEM

Os aquecedores de passagem devem funcionar com abastecimento de gás GLP, com capacidade mínima de aquecimento de 32,5 L/min e potência de aquecimento(calorífica) mínima de 52,7 kW/h. A eficiência mínima do aquecedor deverá ser de 84%. A garantia dos aquecedores deverá ser de no mínimo um ano prevendo as condições de funcionamento na penitenciária (uso não residencial). Os aquecedores deverão ser dotados de display de controle de temperatura de forma digital, este embutido no próprio aquecedor ou fornecidos e instalados separadamente.

V.4.1.9 BOMBAS DE CIRCULAÇÃO DOS AQUECEDORES

O modelo referência selecionado foi a bomba circuladora TBHLI-70-1/2 Texius, com rosca de 1.1/4" para sucção e 1" para recalque, pressão máxima de 16,5 m.c.a, vazão máxima de 103 L/min, potência de 1/2 CV e temperatura máxima do líquido bombeado de 80 °C.

V.4.1.10 BOMBAS DE CIRCULAÇÃO DA REDE DE ÁGUA

O modelo referência selecionado foi a bomba circuladora Solaris 300, com rosca de 1" para sucção e 1" para recalque, pressão máxima de 18 m.c.a, vazão máxima de 46,66 L/min, potência de 1/2 CV e temperatura máxima do líquido bombeado de 80 °C.

V.4.1.11 TERMÔMETRO DE TUBULAÇÃO



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



A fim de garantir o equilíbrio da temperatura da água, deve-se instalado um termômetro de haste rígida após a mistura da água fria com a tubulação de água quente, conforme projeto. Deve possuir escala de temperatura com variância de 0 à 150 °C e haste com comprimento mínimo de 20 cm.

V.4.2 SISTEMA DE GÁS GLP

V.4.2.1 TUBULAÇÕES E CONEXÕES

A tubulação de gás será em tubos de Aço Carbono quando enterrados, e PEX multicamadas quando expostos, seguindo as recomendações da NBR 15526, bem como as suas conexões, que por sua vez devem atender a NBR 11720. Para qualquer sistema de gás, deverá ser realizado teste de estanqueidade nas condições de nitrogênio ou ar comprimido 6,0 kgf/cm² pelo período de 24hr.

V.4.2.2 REGULADORES DE PRESSÃO

Os reguladores de alta pressão devem possuir manômetro integrado, com vazão máxima de 50 kg/h, pressão máxima de entrada de 18 kgf/cm², pressão máxima de saída ajustada para 1,5 kgf/cm², conexões de entrada de 1/2" e 3/4" NPT fêmea de acordo com tubulação, conexão de saída de 1/2" e 3/4" NPT fêmea de acordo com tubulação, e manômetro com escala de 0 a 4 kgf/cm².

Os reguladores de baixa pressão devem ter vazão máxima de 5kg/h, pressão máxima de entrada de 7kgf/cm², pressão máxima de saída ajustada para 2,8 kpa, conexão de entrada de 1/2" NPT fêmea e conexão de saída de 1/2" NPT fêmea.

Ref.: Metalúrgica Aliança ou similar.

V.4.2.3 FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



A fixação das tubulações PEX expostas dentro dos abrigos deve ocorrer com espaçamento mínimo de 1 metro através de abraçadeiras em aço tipo U, galvanizadas, de acordo com o diâmetro da tubulação.

V.5 LISTA DE INSUMOS

Material	Unidade	Quantidade
Fita enterrada de polietileno para alerta de tubulação de gás	rolo(100m)	2
Tubo de Aço Galvanizado DN 20 (3/4")	m	121,5
Tê de 90° em Aço Galvanizado DN 20 (3/4")	un	7
Luva em Aço Galvanizado DN 20 (3/4")	un	10
Cotovelo de 90° em Aço Carbono 3/4"	un	22
Registro de Gaveta Bruto, Latão 1/2"	un	6
Tubo de PVC DN 32 mm para revestimento de tubo pex	m	42,3
Tubo PEX monocamada DN 20	m	39,6
Tubo PEX monocamada DN 25	m	2,7
Joelho 90° metálico, DN 20 mm	un	11
Joelho 90° metálico, DN 25 mm	un	2
Cotovelo de 90° em Aço Carbono 1/2"	un	15
Joelho 90° rosca fêmea metálico, DN 16 mm x 1/2"	un	11
Tê metálico 20 x 20 x 20 mm	un	4
Tê metálico 25 x 25 x 25 mm	un	1
Válvula esférica DN 1/2"	un	11
Válvula esférica DN 3/4"	un	4
Válvula p/ mangueira de gás	un	11
Conector Bolsa-Ponta metálico, DN 15 mm x 1/2"	un	16
Aquecedor de Passagem 32,5 L/min - Pot. 51,6 kW	un	11
Regulador de alta pressão GLP com manômetro 1/2"	un	4
Regulador de alta pressão GLP com manômetro 3/4"	un	1
Tubo de Aço Galvanizado DN 15 (1/2")	m	84,5
Tê de 90° em Aço Galvanizado DN 15 (1/2")	un	4
Luva em Aço Galvanizado DN 15 (1/2")	un	6
Joelho 90° rosca fêmea metálico, DN 20 mm x 1/2"	un	12
Registro bruto de Gaveta metálico 4"	un	6
Registro bruto de Gaveta metálico 1"	un	3
Adaptador de transição F/F 110 mm x 4"	un	4
Adaptador PVC roscável 4"	un	2
Niple pararelo com rosca 4"	un	4
União com rosca 4"	un	2
Adaptador PVC soldável 4" com flange livre	un	2
Adaptador PVC soldável DN 50 mm com flange livre	un	1

Projeto de sistema de aquecimento
06/2024

Página 23 de 56



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Adaptador para registro PVC soldável DN 32 mm	un	6
Adaptador para registro PVC soldável DN 110 mm	un	18
Bucha de redução longa PVC DN 50 x 32 mm	un	1
Joelho de 90° PVC soldável DN 110 mm	un	78
Joelho de 90° PVC soldável DN 32 mm	un	13
Luva PVC sondável DN 110 mm	un	204
Luva PVC sondável DN 50 mm	un	3
Luva PVC sondável DN 32 mm	un	9
Tubo de PVC DN 110 mm	m	706,9
Tubo de PVC DN 50 mm	m	13,2
Tubo de PVC DN 32 mm	m	37,3
Tê PVC soldável DN 110 mm	un	10
Tê de redução PVC soldável DN 50 X 32 mm	un	2
CAP PVC soldável 110 mm	un	4
Joelho de 45° PVC soldável DN 110 mm	un	16
Conector Bolsa-Bolsa metálico, DN 22 mm x 4/3"	un	11
Luva Bolsa-Bolsa metálico, DN 35 mm	un	8
Eliminador de Ar 3/4"	un	4
Registro de Gaveta Bruto, Latão 1"	un	19
Registro de Gaveta Bruto, Latão 4"	un	4
Registro de Pressão Bruto, Latão 3/4"	un	301
Válvula de Retenção Vertical, Latão 4"	un	4
Válvula de Retenção Vertical, Latão 1.1/4"	un	4
Válvula de Retenção Vertical, Latão 3/4"	un	8
Válvula de Esfera, Bronze 2.1/2"	un	16
Válvula de Esfera, Bronze 3"	un	8
Válvula de Esfera, Bronze 4"	un	8
Válvula de Esfera, Bronze 1.1/4"	un	8
Válvula de Esfera, Bronze 1"	un	8
Registro de Gaveta Bruto, Latão 3/4"	un	301
Válvula de Retenção Horizontal, Latão 4"	un	4
Adaptador de Transição F/F 110 mm x 4" - PPR	un	36
Adaptador de Transição F/F 32 mm x 1" - PPR	un	38
Adaptador de Transição F/F 32 mm x 3/4" - PPR	un	16
Adaptador de Transição F/F 40 mm x 1.1/4" - PPR	un	8
Adaptador de Transição F/F 75 mm x 2.1/2" - PPR	un	32
Adaptador de Transição F/F 90 mm x 3" - PPR	un	16
Adaptador de Transição F/M 110 mm x 4" - PPR	un	10
Adaptador de Transição F/M 20 mm x 3/4" - PPR	un	602
Adaptador de Transição F/M 25 mm x 1/2" - PPR	un	4

Projeto de sistema de aquecimento
06/2024

Página 24 de 56



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Adaptador de Transição F/M 25 mm x 3/4" - PPR	un	610
Adaptador de Transição F/M 32 mm x 1" - PPR	un	16
Adaptador de Transição F/M 40 mm x 1.1/4" - PPR	un	16
Bucha de Redução M/F PPR 40 x 25 mm, PN 25	un	50
Bucha de Redução M/F PPR 40 x 32 mm, PN 25	un	20
Bucha de Redução M/F PPR 50 x 25 mm, PN 25	un	134
Bucha de Redução M/F PPR 63 x 50 mm, PN 25	un	8
Bucha de Redução M/F PPR 110 x 90 mm, PN 25	un	8
Bucha de Redução M/F PPR 50 x 40 mm, PN 25	un	8
Bucha de Redução M/F PPR 90 x 75 mm, PN 25	un	8
Bucha de Redução M/F PPR 63 x 40 mm, PN 25	un	8
Bucha de Redução M/F PPR 75 x 50 mm, PN 25	un	8
Bucha de Redução M/F PPR 75 x 63 mm, PN 25	un	16
Joelho de 45°, PPR DN 32 mm, PN 25	un	8
Joelho de 90°, PPR DN 25 mm, PN 25	un	343
Joelho de 90°, PPR DN 32 mm, PN 25	un	66
Joelho de 90°, PPR DN 40 mm, PN 25	un	20
Joelho de 90°, PPR DN 75 mm, PN 25	un	24
Joelho de 90°, PPR DN 90 mm, PN 25	un	8
Joelho de 90°, PPR DN 110 mm, PN 25	un	178
Luva, PPR DN 32 mm, PN 25	un	6
Luva, PPR DN 25 mm, PN 25	un	11
Luva, PPR DN 75 mm, PN 25	un	8
Luva, PPR DN 90 mm, PN 25	un	16
Luva, PPR DN 110 mm, PN 25	un	178
Tubo PPR DN 25, PN 25	m	174,8
Tubo PPR DN 32, PN 25	m	108
Tubo PPR DN 40, PN 25	m	127
Tubo PPR DN 50, PN 25	m	106,6
Tubo PPR DN 63, PN 25	m	140,2
Tubo PPR DN 75, PN 25	m	284,7
Tubo PPR DN 90, PN 25	m	74,9
Tubo PPR DN 110, PN 25	m	617
Tê, PPR DN 32 mm, PN 25	un	7
Tê, PPR DN 25 mm, PN 25	un	4
Tê, PPR DN 40 mm, PN 25	un	4
Tê, PPR DN 110 mm, PN 25	un	8
Tê F/F/F com redução central, PPR DN 32 x 25 x 32 mm, PN 25	un	1
Tê F/F/F com redução central, PPR DN 40 x 25 x 40 mm, PN 25	m	40
Tê F/F/F com redução central, PPR DN 50 x 25 x 50 mm, PN 25	m	40

Projeto de sistema de aquecimento
06/2024

Página 25 de 56



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Tê F/F/F com redução central, PPR DN 63 x 40 x 63 mm, PN 25	m	48
Tê F/F/F com redução central, PPR DN 63 x 50 x 63 mm, PN 25	un	16
Tê F/F/F com redução central, PPR DN 75 x 50 x 75 mm, PN 25	m	112
Tê F/F/F com redução central, PPR DN 90 x 75 x 90 mm, PN 25	m	8
Tê F/F/F com redução extrema, PPR DN 25 x 25 x 32 mm, PN 25	m	22
Tê F/F/F com redução central, PPR DN 110 x 75 x 110 mm, PN 25	m	12
Boiler de alta pressão 4.000 L INOX	un	4
Vaso de expansão vertical de 100 Litros	un	8
Motobomba Circuladora (ref: Texius TBHLI-70 1/2CV)	un	8
Joelho de 45°, PPR DN 110 mm, PN 25	un	16
Válvula de retenção vertical metálica 1"	un	4
Válvula de esfera bruta metálica 1"	un	8
Adaptador de transição F/F PPR DN 32 mm x 1"	un	16
Adaptador de transição F/M PPR DN 32 mm x 1"	un	16
Joelho de 90° PPR DN 32 mm, PN 25	un	80
Joelho de 90° PPR DN 75 mm, PN 25	un	4
Luva PPR DN 32 mm, PN 25	un	181
Tubo PPR DN 32 mm, PN 25	m	599,6
Tubo PPR DN 50 mm, PN 25	m	0,4
Tubo PPR DN 75 mm, PN 25	m	1
Pressurizador (ref: Solaris 300 - Schneider)	un	4
Joelho de 45° PPR DN 32 mm, PN 25	un	8
Isolante térmico com manta lã de vidro	un	446,8
Folha de alumínio para cobertura do isolante térmico	un	446,8
Mão-francesa abas iguais de 110 cm	un	100
Perfil L com barra roscada, para suporte tubulação	m	52,5
Disjuntor Monofásico 6A	un	12
Disjuntor Monofásico 10A	un	1
Disjuntor Trifásico 32A	un	4
Disjuntor Trifásico 125A	un	2
Quadro de distribuição 60x50x20cm com barramento 200A	un	2
Quadro de distribuição 50x50x20cm	un	8
Haste de aterramento de cobre 3,0m com conector copperweld	un	3
Balde de aterramento 300mm diâmetro e 400mm de altura	un	3
Tomada dupla 10A de sobrepor completa	un	11
Fixador p/ eletroduto de 3/4"	un	60
Fixador p/ eletroduto de 1"	un	40
Fixador p/ eletroduto de 1.1/2"	un	14
Eletroduto de 3/4" PVC rígido	m	60
Eletroduto de 1" PVC rígido	m	40

Projeto de sistema de aquecimento
06/2024

Página 26 de 56



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Eletróduto de 1.1/2' PVC rígido	m	18
Eletróduto de 3' corrugado para uso subterrâneo	m	50
Curva de eletróduto de 3/4' PVC rígido	un	13
Curva de eletróduto de 1' PVC rígido	un	32
Curva de eletróduto de 1.1/2' PVC rígido	un	2
Caixa de passagem 15x15cm	un	8
Caixa de passagem 30x30cm	un	4
Prensa cabo 3/4'	un	4
Prensa cabo 1'	un	4
Luva p/ eletróduto de 3/4'	un	20
Luva p/ eletróduto de 1'	un	12
Luva p/ eletróduto de 1.1/2'	un	20
Cabo 2,5mm ² Vermelho ou Preto ou Branco flexível	m	200
Cabo 2,5mm ² flexível Azul	m	200
Cabo 2,5mm ² flexível Verde	m	200
Cabo 6mm ² flexível Vermelho ou Preto ou Branco	m	160
Cabo 6mm ² flexível Azul	m	55
Cabo 6mm ² flexível Verde	m	55
Cabo 70mm ² Vermelho ou Preto ou Branco	m	150
Cabo 70mm ² Azul	m	50
Cabo 70mm ² Verde	m	50
Cabo de cobre Nu 50 mm ²	m	10
Fita enterrada de polietileno para alerta de rede elétrica	rolo(100m)	1
Controladora com agenda de eventos	un	12



VI ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS E MONTAGENS

VI.1 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Os serviços serão executados de acordo com os desenhos de projeto e as indicações e especificações do presente memorial.

Os serviços deverão ser executados de acordo com o andamento da obra, devendo ser observadas as seguintes disposições:

- Os serviços serão executados por operários especializados.
- Deverão ser empregadas nos serviços, somente ferramentas apropriadas a cada tipo de trabalho.
- As interligações entre materiais diferentes serão feitas usando-se somente peças especiais para este fim.
- Não serão aceitas curvas forçadas nas tubulações sendo que nas mudanças de direções serão usadas somente peças apropriadas do mesmo material, de forma a se conseguir ângulos perfeitos.
- Para facilitar em qualquer tempo, as desmontagens das tubulações, deverão ser colocadas, onde necessário, uniões ou flanges.
- A colocação de aparelhos sanitários deverá ser feita com o máximo de esmero, de modo a se obter uma vedação perfeita nas ligações de água e nas de esgoto e um acabamento de primeira qualidade.
- As extremidades abertas das tubulações de ventilação sobre o forro, fazendo o uso de “terminais de ventilação”.



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



VI.1.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

Por se tratar de uma edificação existente, as redes de água e gás a ser instaladas devem ser adaptadas conforme a situação local sendo que os trajetos das tubulações irão acompanhar na sua maior parte os trajetos das antigas linhas de vapor, conforme memorial fotográfico. As tubulações de vapor existentes deverão ser removidas para a instalação.

As tubulações enterradas de gás devem ser instaladas em valas, posteriormente reaterradas e sinalizadas, a fim de que não haja escavações futuras sobre estas tubulações. Onde houver corte em contrapiso existente, caso necessário, o mesmo deve ser reexecutado após a instalação das tubulações.

Nas situações onde houver rompimento de laje ou parede (vide detalhes na prancha 2), a execução deverá ser realizada com cautela evitando danos aos elementos adjacentes bem como à elementos estruturais.

O abrigo de gás que alimenta os sistemas 1, 2, 3 e 4 apresentado na prancha 19 será executado ao lado do abrigo de gás existente. Já o abrigo de gás apresentado na prancha 20 que alimentará as celas de triagem será executado próximo as próprias celas, em área externa, conforme localizado na prancha 1.

Suas fundações serão executadas com o uso de laje de fundação Radier. O fechamento vertical será em blocos cerâmicos de dimensões 14x19x29 cm, revestidos internamente e externamente com chapisco, reboco e pintura acrílica em três demãos conforme especificado nas pranchas.

A laje de cobertura será executada com uso de laje pré-moldada, na espessura de 11 cm, impermeabilizada com manta asfáltica.

As esquadrias presentes no projeto tratam-se de portas em ferro vazado, com dimensões de 100x210 cm. Todas esquadrias metálicas deverão ser pintadas em no mínimo 3 demãos com pintura esmalte com fundo anticorrosão.

O ambiente onde os Reservatórios Térmicos Elétricos e os Aquecedores de Passagem serão instalados é existente conforme memorial fotográfico e deve passar por reforma a fim de garantir segurança aos operadores e durabilidade aos equipamentos posteriormente instalados.

O piso deve ser removido, sendo posteriormente executado um contrapiso nivelado para garantir pleno funcionamento dos equipamentos ali locados. As paredes e teto devem ser lavadas para receber pintura acrílica. A laje de cobertura existente será impermeabilizada com manta asfáltica, e o telhado deve ser reexecutado, com madeiramento de primeira qualidade, com tratamento anti pragas(CCA) e telhas de



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



fibrocimento de no mínimo 6mm. As esquadrias existentes serão substituídas por janelas em aço com vidro temperado 6 mm e porta dupla em ferro, com dimensões 200x210 cm.

Todos os entulhos presentes na edificação existente que abrigará os boilers deverão ser removidos e dispostos adequadamente.



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



VII MATERIAIS

VII.1 MATERIAIS A EMPREGAR

A não ser quando especificado ao contrário, os materiais serão todos nacionais, de primeira qualidade.

É expressamente vedado o uso de materiais improvisados, equipamentos que não dispõe de garantia nacional, em substituição aos tecnicamente indicados para o fim, assim como não será tolerado adaptar peças, seja por corte ou outro processo, de modo a usá-las em substituição à peça recomendada e de dimensões adequadas. Também não serão aceitos materiais que não possuam garantia para o uso proposto.

VII.1.1 MATERIAIS USADOS E DANIFICADOS

Não deverão ser utilizados materiais usados e danificados.



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



VIII TABELA DE PRESSÕES

A seguir estão as tabelas de pressão em pontos críticos para cada sistema, conforme indicado em projeto nas pranchas 13 e 15.

Os pontos indicados tratam-se dos chuveiros (saídas livres) pertencentes às alas D e B, por estarem mais distantes dos sistemas de aquecimento.

VIII.1.1 SISTEMA 1

As tabelas de pressão apresentadas a seguir indicam a pressão por trecho avaliado. A divisão dos trechos leva em consideração variações no diâmetro da tubulação ou na vazão atendida.

As conexões, junções, ramificações ou equipamento existente no trecho avaliado são consideradas como perdas pontuais de pressão. Para fins de cálculo, estas conexões são transformadas em comprimentos equivalentes de tubulação, que somados ao comprimento da tubulação, resultam no comprimento total do trecho.

- Trecho = intervalo avaliado;
- Vazão (l/s) = vazão de consumo máximo da tubulação dimensionada;
- Ø (mm) = Diâmetro interno da tubulação dimensionada;
- Comprimento Conduto (m) = Comprimento do conduto no trecho avaliado;
- Comprimento Equivalente (m) = Equivalência em metros de uma conexão (joelho, tê, registro, adaptador, redução e demais peças com perda de carga pontual);
- Comprimento Total (m) = Comprimento Conduto (m) + Comprimento Equivalente (m);
- J (m/m) = Perda de pressão (mca) por metro de tubulação de acordo com velocidade interna do fluido e diâmetro da tubulação;
- Perda (m.c.a) = Perda de pressão (mca) total calculada para o trecho devido à atrito interno na tubulação e geometria das conexões;
- Altura (m) = Cota montante do trecho
- Desnível (m) = Diferença entre a cota montante e jusante do trecho



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



- Pressão Disponível (m.c.a) = Cota Piezométrica jusante do trecho, isto é, pressão disponível sem perdas de carga devido ao atrito interno.
- Pressão Jusante (m.c.a) = Pressão jusante do trecho considerando perdas de carga devido ao atrito interno.

O ponto crítico do sistema 1 é o chuveiro mais distante da ala D no segundo pavimento, conforme indicado em projeto na prancha 13.

A tabela 3 analisa a pressão no **chuveiro mais desfavorável** do sistema 1 a partir da tomada de água do reservatório de água fria em concreto armado.

Tabela 3 – Abastecimento de água fria ao chuveiro

Conexão Chuveiro 1 sistema (Segundo)												
Conexão analisada												
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)												
Pavimento Segundo												
Nível geométrico: 8.50 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Tomadas água- saídas curtas - 4" (PVC rígido soldável)												
Nível geométrico: 32.00 m												
Pressão inicial: 0.00 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	14,40	98	1,92	33,02	9,85	42,86	0,0400	1,73	32,00	32,30	32,30	30,57
2-3	7,20	98	0,96	83,54	66,44	149,98	0,0100	1,29	-0,30	-7,35	23,22	21,93



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



3-4	7,20	73	1,70	2,59	51,50	54,09	0,0500	1,76	7,05	-1,95	19,98	18,22
4-5	3,60	73	0,85	0,14	8,30	8,44	0,0100	0,08	9,00	0,00	18,22	18,14
5-6	3,60	60	1,27	12,10	4,90	17,00	0,0300	0,44	9,00	0,00	18,14	17,70
6-7	1,80	60	0,64	0,14	2,50	2,64	0,0100	0,02	9,00	0,00	17,70	17,68
7-8	1,80	50	0,92	6,89	8,40	15,29	0,0200	0,27	9,00	0,30	17,98	17,70
8-9	1,70	50	0,87	2,20	2,40	4,60	0,0200	0,07	8,70	0,00	17,70	17,63
9-10	1,60	50	0,81	0,15	2,40	2,55	0,0200	0,04	8,70	0,00	17,63	17,59
10-11	1,60	42	1,15	2,04	0,10	2,14	0,0400	0,07	8,70	0,00	17,59	17,52
11-12	1,50	42	1,08	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,13	8,70	0,00	17,52	17,39
12-13	1,40	42	1,01	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,12	8,70	0,00	17,39	17,27
13-14	1,30	42	0,94	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,10	8,70	0,00	17,27	17,16
14-15	1,20	42	0,87	2,19	2,30	4,49	0,0200	0,09	8,70	0,00	17,16	17,07
15-16	1,10	42	0,79	0,15	2,30	2,45	0,0200	0,04	8,70	0,00	17,07	17,03
16-17	1,10	33	1,27	2,04	0,10	2,14	0,0600	0,11	8,70	0,00	17,03	16,92
17-18	1,00	33	1,16	2,19	2,20	4,39	0,0500	0,20	8,70	0,00	16,92	16,72
18-19	0,90	33	1,04	2,36	2,20	4,56	0,0400	0,17	8,70	0,00	16,72	16,55
19-20	0,80	33	0,92	2,19	2,20	4,39	0,0300	0,13	8,70	0,00	16,55	16,42
20-21	0,70	33	0,81	2,19	2,20	4,39	0,0300	0,11	8,70	0,00	16,42	16,31
21-22	0,60	33	0,69	0,15	2,20	2,35	0,0200	0,04	8,70	0,00	16,31	16,27
22-23	0,60	25	1,26	2,04	0,10	2,14	0,0800	0,16	8,70	0,00	16,27	16,11
23-24	0,50	25	1,05	2,19	1,50	3,69	0,0600	0,20	8,70	0,00	16,11	15,91
24-25	0,40	25	0,84	2,19	1,50	3,69	0,0400	0,14	8,70	0,00	15,91	15,77
25-26	0,30	25	0,63	2,19	1,50	3,69	0,0300	0,08	8,70	0,00	15,77	15,69
26-27	0,20	25	0,42	0,15	1,50	1,65	0,0200	0,02	8,70	0,00	15,69	15,67
27-28	0,20	21	0,57	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	8,70	0,00	15,67	15,62

Projeto de sistema de aquecimento
06/2024

Página 34 de 56





MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



28-29	0,10	17	0,46	2,91	14,90	17,81	0,0300	0,37	8,70	0,20	15,82	15,45												
29-30	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	8,50	0,00	15,45	15,42												
				<table><tr><th colspan="4">Pressões (m.c.a.)</th></tr><tr><th>Estática inicial</th><th>Perda de carga</th><th>Dinâmica disponível</th><th>Mínima necessária</th></tr><tr><td>23,50</td><td>8,08</td><td>15,42</td><td>1,00</td></tr></table>									Pressões (m.c.a.)				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária	23,50	8,08	15,42	1,00
Pressões (m.c.a.)																								
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária																					
23,50	8,08	15,42	1,00																					
Situação: Pressão suficiente																								

A tabela 4 analisa a pressão no **chuveiro mais desfavorável** do sistema 1 a partir da tomada de água do reservatório de água fria em concreto armado, passando pelo reservatório térmico de alta pressão.

Tabela 4 – Abastecimento de água quente

Conexão Chuveiro 1 sistema (Segundo)									
Conexão analisada									
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)									
Pavimento Segundo									
Nível geométrico: 8.50 m									
Processo de cálculo: Universal									
Tomada d'água:									
Tomadas d'água- saídas curtas - 4" (PVC rígido soldável)									
Nível geométrico: 32.00 m									
Pressão inicial: 0.00 m.c.a.									
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)	J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)





MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	14,40	98	1,92	33,02	9,85	42,86	0,0400	1,73	32,00	32,30	32,30	30,57
2-3	7,20	98	0,96	65,89	36,70	102,59	0,0100	0,88	-0,30	-0,30	30,27	29,39
3-4	7,20	73	1,70	132,61	150,63	283,24	0,0500	12,73	0,00	-9,00	20,39	7,65
4-5	3,60	73	0,85	0,14	8,30	8,44	0,0100	0,08	9,00	0,00	7,65	7,57
5-6	3,60	60	1,27	12,10	4,90	17,00	0,0300	0,44	9,00	0,00	7,57	7,13
6-7	1,80	60	0,64	0,14	2,50	2,64	0,0100	0,02	9,00	0,00	7,13	7,11
7-8	1,80	50	0,92	6,89	8,40	15,29	0,0200	0,27	9,00	0,30	7,41	7,14
8-9	1,70	50	0,87	2,20	2,40	4,60	0,0200	0,07	8,70	0,00	7,14	7,06
9-10	1,60	50	0,81	0,15	2,40	2,55	0,0200	0,04	8,70	0,00	7,06	7,03
10-11	1,60	42	1,15	2,04	0,10	2,14	0,0400	0,07	8,70	0,00	7,03	6,96
11-12	1,50	42	1,08	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,13	8,70	0,00	6,96	6,82
12-13	1,40	42	1,01	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,12	8,70	0,00	6,82	6,70
13-14	1,30	42	0,94	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,10	8,70	0,00	6,70	6,60
14-15	1,20	42	0,87	2,19	2,30	4,49	0,0200	0,09	8,70	0,00	6,60	6,51
15-16	1,10	42	0,79	0,15	2,30	2,45	0,0200	0,04	8,70	0,00	6,51	6,46
16-17	1,10	33	1,27	2,04	0,10	2,14	0,0600	0,11	8,70	0,00	6,46	6,35
17-18	1,00	33	1,16	2,19	2,20	4,39	0,0500	0,20	8,70	0,00	6,35	6,16
18-19	0,90	33	1,04	2,36	2,20	4,56	0,0400	0,17	8,70	0,00	6,16	5,99
19-20	0,80	33	0,92	2,19	2,20	4,39	0,0300	0,13	8,70	0,00	5,99	5,85
20-21	0,70	33	0,81	2,19	2,20	4,39	0,0300	0,11	8,70	0,00	5,85	5,75
21-22	0,60	33	0,69	0,15	2,20	2,35	0,0200	0,04	8,70	0,00	5,75	5,70
22-23	0,60	25	1,26	2,04	0,10	2,14	0,0800	0,16	8,70	0,00	5,70	5,55
23-24	0,50	25	1,05	2,19	1,50	3,69	0,0600	0,20	8,70	0,00	5,55	5,34
24-25	0,40	25	0,84	2,19	1,50	3,69	0,0400	0,14	8,70	0,00	5,34	5,21

Projeto de sistema de aquecimento
06/2024

Página 36 de 56





MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



25-26	0,30	25	0,63	2,19	1,50	3,69	0,0300	0,08	8,70	0,00	5,21	5,12												
26-27	0,20	25	0,42	0,15	1,50	1,65	0,0200	0,02	8,70	0,00	5,12	5,10												
27-28	0,20	21	0,57	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	8,70	0,00	5,10	5,06												
28-29	0,10	17	0,46	2,91	14,90	17,81	0,0300	0,37	8,70	0,20	5,26	4,88												
29-30	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	8,50	0,00	4,88	4,86												
<table><tr><th colspan="4">Pressões (m.c.a.)</th></tr><tr><th>Estática inicial</th><th>Perda de carga</th><th>Dinâmica disponível</th><th>Mínima necessária</th></tr><tr><td>23,50</td><td>18,64</td><td>4,86</td><td>1,00</td></tr></table> Situação: Pressão suficiente													Pressões (m.c.a.)				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária	23,50	18,64	4,86	1,00
													Pressões (m.c.a.)											
													Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária								
23,50	18,64	4,86	1,00																					

VIII.1.2 SISTEMA 2

O ponto crítico do sistema 2 é o chuveiro mais distante da ala B no segundo pavimento, conforme indicado em projeto na prancha 15.

A tabela 5 analisa a pressão no **chuveiro mais desfavorável** do sistema 2 a partir da tomada de água do reservatório de água fria em concreto armado.

Tabela 5– Abastecimento de água fria ao chuveiro

Conexão Chuveiro 2 sistema (Segundo)
Conexão analisada
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)
Pavimento Segundo
Nível geométrico: 8.50 m
Processo de cálculo: Universal
Tomada d'água:



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Tomadas d'água- saídas curtas - 4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 32.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	14,40	98	1,92	32,72	9,85	42,56	0,0400	1,71	32,00	32,30	32,30	30,59
2-3	7,20	98	0,96	131,83	67,84	199,67	0,0100	1,72	-0,30	-7,35	23,24	21,51
3-4	7,20	73	1,70	2,59	51,50	54,09	0,0500	1,76	7,05	-1,95	19,56	17,80
4-5	3,60	73	0,85	0,20	8,30	8,50	0,0100	0,08	9,00	0,00	17,80	17,72
5-6	3,60	60	1,27	12,04	4,90	16,94	0,0300	0,44	9,00	0,00	17,72	17,28
6-7	1,80	60	0,64	0,13	2,50	2,63	0,0100	0,02	9,00	0,00	17,28	17,26
7-8	1,80	50	0,92	6,90	8,40	15,30	0,0200	0,28	9,00	0,30	17,56	17,29
8-9	1,70	50	0,87	2,20	2,40	4,60	0,0200	0,07	8,70	0,00	17,29	17,21
9-10	1,60	50	0,81	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,07	8,70	0,00	17,21	17,15
10-11	1,50	50	0,76	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,06	8,70	0,00	17,15	17,09
11-12	1,40	50	0,71	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,05	8,70	0,00	17,09	17,03
12-13	1,30	50	0,66	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,05	8,70	0,00	17,03	16,99
13-14	1,20	50	0,61	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,04	8,70	0,00	16,99	16,95
14-15	1,10	50	0,56	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,03	8,70	0,00	16,95	16,91
15-16	1,00	50	0,51	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,03	8,70	0,00	16,91	16,88
16-17	0,90	50	0,46	2,36	2,40	4,76	0,0100	0,03	8,70	0,00	16,88	16,86
17-18	0,80	50	0,41	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,02	8,70	0,00	16,86	16,84
18-19	0,70	50	0,36	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,02	8,70	0,00	16,84	16,82
19-20	0,60	50	0,31	0,15	2,40	2,55	0,0100	0,01	8,70	0,00	16,82	16,81



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



20-21	0,60	42	0,43	2,04	0,10	2,14	0,0100	0,01	8,70	0,00	16,81	16,80
21-22	0,50	42	0,36	2,19	2,30	4,49	0,0100	0,02	8,70	0,00	16,80	16,78
22-23	0,40	42	0,29	2,19	2,30	4,49	0,0100	0,01	8,70	0,00	16,78	16,77
23-24	0,30	42	0,22	0,15	2,30	2,45	0,0100	0,00	8,70	0,00	16,77	16,76
24-25	0,30	25	0,63	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	8,70	0,00	16,76	16,72
25-26	0,20	25	0,42	0,15	1,50	1,65	0,0200	0,02	8,70	0,00	16,72	16,70
26-27	0,20	21	0,57	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	8,70	0,00	16,70	16,65
27-28	0,10	17	0,46	2,91	14,90	17,81	0,0300	0,37	8,70	0,20	16,85	16,48
28-29	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	8,50	0,00	16,48	16,45
				Pressões (m.c.a.)								
				Estática inicial		Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária				
				23,50		7,05	16,45	1,00				
Situação: Pressão suficiente												

A tabela 6 analisa a pressão no **chuveiro mais desfavorável** do sistema 2 a partir da tomada de água do reservatório de água fria em concreto armado passando pelo reservatório térmico de alta pressão.

Tabela 6 – Abastecimento de água quente

Conexão Chuveiro 2 sistema (Segundo)
Conexão analisada
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)
Pavimento Segundo
Nível geométrico: 8.50 m
Processo de cálculo: Universal



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Tomada d'água:												
Tomadas água- saídas curtas - 4" (PVC rígido soldável)												
Nível geométrico: 32.00 m												
Pressão inicial: 0.00 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	14,40	98	1,92	32,72	9,85	42,56	0,0400	1,71	32,00	32,30	32,30	30,59
2-3	7,20	98	0,96	64,64	38,10	102,74	0,0100	0,89	-0,30	-0,30	30,29	29,40
3-4	7,20	73	1,70	183,65	150,63	334,28	0,0500	14,91	0,00	-9,00	20,40	5,49
4-5	3,60	73	0,85	0,20	8,30	8,50	0,0100	0,08	9,00	0,00	5,49	5,41
5-6	3,60	60	1,27	12,04	4,90	16,94	0,0300	0,44	9,00	0,00	5,41	4,97
6-7	1,80	60	0,64	0,13	2,50	2,63	0,0100	0,02	9,00	0,00	4,97	4,95
7-8	1,80	50	0,92	6,90	8,40	15,30	0,0200	0,28	9,00	0,30	5,25	4,98
8-9	1,70	50	0,87	2,20	2,40	4,60	0,0200	0,07	8,70	0,00	4,98	4,90
9-10	1,60	50	0,81	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,07	8,70	0,00	4,90	4,83
10-11	1,50	50	0,76	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,06	8,70	0,00	4,83	4,77
11-12	1,40	50	0,71	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,05	8,70	0,00	4,77	4,72
12-13	1,30	50	0,66	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,05	8,70	0,00	4,72	4,67
13-14	1,20	50	0,61	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,04	8,70	0,00	4,67	4,63
14-15	1,10	50	0,56	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,03	8,70	0,00	4,63	4,60
15-16	1,00	50	0,51	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,03	8,70	0,00	4,60	4,57
16-17	0,90	50	0,46	2,36	2,40	4,76	0,0100	0,03	8,70	0,00	4,57	4,54
17-18	0,80	50	0,41	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,02	8,70	0,00	4,54	4,52
18-19	0,70	50	0,36	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,02	8,70	0,00	4,52	4,51





MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



19-20	0,60	50	0,31	0,15	2,40	2,55	0,0100	0,01	8,70	0,00	4,51	4,50
20-21	0,60	42	0,43	2,04	0,10	2,14	0,0100	0,01	8,70	0,00	4,50	4,49
21-22	0,50	42	0,36	2,19	2,30	4,49	0,0100	0,02	8,70	0,00	4,49	4,47
22-23	0,40	42	0,29	2,19	2,30	4,49	0,0100	0,01	8,70	0,00	4,47	4,46
23-24	0,30	42	0,22	0,15	2,30	2,45	0,0100	0,00	8,70	0,00	4,46	4,45
24-25	0,30	25	0,63	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	8,70	0,00	4,45	4,41
25-26	0,20	25	0,42	0,15	1,50	1,65	0,0200	0,02	8,70	0,00	4,41	4,39
26-27	0,20	21	0,57	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	8,70	0,00	4,39	4,34
27-28	0,10	17	0,46	2,91	14,90	17,81	0,0300	0,37	8,70	0,20	4,54	4,17
28-29	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	8,50	0,00	4,17	4,14
				Pressões (m.c.a.)								
				Estática inicial		Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária				
				23,50		19,36	4,14	1,00				
Situação: Pressão suficiente												

VIII.1.3 SISTEMA 3

O ponto crítico do sistema 3 é o chuveiro mais distante da ala D no terceiro pavimento, conforme indicado em projeto na prancha 13.

A tabela 7 analisa a pressão no **chuveiro mais desfavorável** do sistema 3 a partir da tomada de água do reservatório de água fria em concreto armado.

Tabela 7 – Abastecimento de água fria ao chuveiro

Conexão Chuveiro 3 sistema (Terceiro)
Conexão analisada
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Pavimento Terceiro

Nível geométrico: 11.80 m

Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas água- saídas curtas - 4" (PVC rígido soldável)

Nível geométrico: 32.00 m

Pressão inicial: 0.00 m.c.a.

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	14,40	98	1,92	33,02	9,85	42,86	0,0400	1,73	32,00	32,30	32,30	30,57
2-3	7,20	98	0,96	87,28	76,46	163,74	0,0100	1,41	-0,30	-10,65	19,92	18,51
3-4	7,20	73	1,70	2,59	51,50	54,09	0,0500	1,76	10,35	-1,95	16,56	14,80
4-5	3,60	73	0,85	0,20	8,30	8,50	0,0100	0,08	12,30	0,00	14,80	14,72
5-6	3,60	60	1,27	11,72	4,90	16,62	0,0300	0,43	12,30	0,00	14,72	14,29
6-7	1,80	60	0,64	0,16	2,50	2,66	0,0100	0,02	12,30	0,00	14,29	14,27
7-8	1,80	50	0,92	6,87	8,40	15,27	0,0200	0,27	12,30	0,30	14,57	14,30
8-9	1,70	50	0,87	2,20	2,40	4,60	0,0200	0,07	12,00	0,00	14,30	14,22
9-10	1,60	50	0,81	0,15	2,40	2,55	0,0200	0,04	12,00	0,00	14,22	14,18
10-11	1,60	42	1,15	2,04	0,10	2,14	0,0400	0,07	12,00	0,00	14,18	14,11
11-12	1,50	42	1,08	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,13	12,00	0,00	14,11	13,98
12-13	1,40	42	1,01	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,12	12,00	0,00	13,98	13,86
13-14	1,30	42	0,94	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,10	12,00	0,00	13,86	13,75
14-15	1,20	42	0,87	2,19	2,30	4,49	0,0200	0,09	12,00	0,00	13,75	13,66
15-16	1,10	42	0,79	0,15	2,30	2,45	0,0200	0,04	12,00	0,00	13,66	13,62

Projeto de sistema de aquecimento
06/2024

Página 42 de 56



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



16-17	1,10	33	1,27	2,04	0,10	2,14	0,0600	0,11	12,00	0,00	13,62	13,51
17-18	1,00	33	1,16	2,19	2,20	4,39	0,0500	0,20	12,00	0,00	13,51	13,31
18-19	0,90	33	1,04	2,36	2,20	4,56	0,0400	0,17	12,00	0,00	13,31	13,14
19-20	0,80	33	0,92	2,19	2,20	4,39	0,0300	0,13	12,00	0,00	13,14	13,01
20-21	0,70	33	0,81	2,19	2,20	4,39	0,0300	0,11	12,00	0,00	13,01	12,90
21-22	0,60	33	0,69	0,15	2,20	2,35	0,0200	0,04	12,00	0,00	12,90	12,86
22-23	0,60	25	1,26	2,04	0,10	2,14	0,0800	0,16	12,00	0,00	12,86	12,70
23-24	0,50	25	1,05	2,19	1,50	3,69	0,0600	0,20	12,00	0,00	12,70	12,50
24-25	0,40	25	0,84	2,19	1,50	3,69	0,0400	0,14	12,00	0,00	12,50	12,36
25-26	0,30	25	0,63	2,19	1,50	3,69	0,0300	0,08	12,00	0,00	12,36	12,28
26-27	0,20	25	0,42	0,15	1,50	1,65	0,0200	0,02	12,00	0,00	12,28	12,26
27-28	0,20	21	0,57	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	12,00	0,00	12,26	12,21
28-29	0,10	17	0,46	2,91	14,90	17,81	0,0300	0,37	12,00	0,20	12,41	12,04
29-30	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	11,80	0,00	12,04	12,01

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
20,20	8,19	12,01	1,00

Situação: Pressão suficiente

A tabela 8 analisa a pressão no **chuveiro mais desfavorável** do sistema 3 a partir da tomada de água do reservatório de água fria em concreto armado passando pelo reservatório térmico de alta pressão.



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO – SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Tabela 8 – Abastecimento de água quente

Conexão Chuveiro 3 sistema (Terceiro)												
Conexão analisada												
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)												
Pavimento Terceiro												
Nível geométrico: 11.80 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Tomadas d'água- saídas curtas - 4" (PVC rígido soldável)												
Nível geométrico: 32.00 m												
Pressão inicial: 0.00 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	14,40	98	1,92	33,02	9,85	42,86	0,0400	1,73	32,00	32,30	32,30	30,57
2-3	7,20	98	0,96	60,56	42,40	102,96	0,0100	0,89	-0,30	-0,30	30,27	29,39
3-4	7,20	73	1,70	129,55	153,04	282,59	0,0500	12,03	0,00	-12,30	17,09	5,06
4-5	3,60	73	0,85	0,20	8,30	8,50	0,0100	0,08	12,30	0,00	5,06	4,98
5-6	3,60	60	1,27	11,72	4,90	16,62	0,0300	0,43	12,30	0,00	4,98	4,55
6-7	1,80	60	0,64	0,16	2,50	2,66	0,0100	0,02	12,30	0,00	4,55	4,53
7-8	1,80	50	0,92	6,87	8,40	15,27	0,0200	0,27	12,30	0,30	4,83	4,55
8-9	1,70	50	0,87	2,20	2,40	4,60	0,0200	0,07	12,00	0,00	4,55	4,48
9-10	1,60	50	0,81	0,15	2,40	2,55	0,0200	0,04	12,00	0,00	4,48	4,44



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



10-11	1,60	42	1,15	2,04	0,10	2,14	0,0400	0,07	12,00	0,00	4,44	4,37
11-12	1,50	42	1,08	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,13	12,00	0,00	4,37	4,24
12-13	1,40	42	1,01	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,12	12,00	0,00	4,24	4,12
13-14	1,30	42	0,94	2,19	2,30	4,49	0,0300	0,10	12,00	0,00	4,12	4,01
14-15	1,20	42	0,87	2,19	2,30	4,49	0,0200	0,09	12,00	0,00	4,01	3,92
15-16	1,10	42	0,79	0,15	2,30	2,45	0,0200	0,04	12,00	0,00	3,92	3,88
16-17	1,10	33	1,27	2,04	0,10	2,14	0,0600	0,11	12,00	0,00	3,88	3,77
17-18	1,00	33	1,16	2,19	2,20	4,39	0,0500	0,20	12,00	0,00	3,77	3,57
18-19	0,90	33	1,04	2,36	2,20	4,56	0,0400	0,17	12,00	0,00	3,57	3,40
19-20	0,80	33	0,92	2,19	2,20	4,39	0,0300	0,13	12,00	0,00	3,40	3,27
20-21	0,70	33	0,81	2,19	2,20	4,39	0,0300	0,11	12,00	0,00	3,27	3,16
21-22	0,60	33	0,69	0,15	2,20	2,35	0,0200	0,04	12,00	0,00	3,16	3,12
22-23	0,60	25	1,26	2,04	0,10	2,14	0,0800	0,16	12,00	0,00	3,12	2,96
23-24	0,50	25	1,05	2,19	1,50	3,69	0,0600	0,20	12,00	0,00	2,96	2,76
24-25	0,40	25	0,84	2,19	1,50	3,69	0,0400	0,14	12,00	0,00	2,76	2,62
25-26	0,30	25	0,63	2,19	1,50	3,69	0,0300	0,08	12,00	0,00	2,62	2,54
26-27	0,20	25	0,42	0,15	1,50	1,65	0,0200	0,02	12,00	0,00	2,54	2,52
27-28	0,20	21	0,57	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	12,00	0,00	2,52	2,47
28-29	0,10	17	0,46	2,91	14,90	17,81	0,0300	0,37	12,00	0,20	2,67	2,30
29-30	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	11,80	0,00	2,30	2,27

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
20,20	17,93	2,27	1,00
Situação: Pressão suficiente			





MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



VIII.1.4 SISTEMA 4

O ponto crítico do sistema 4 é o chuveiro mais distante da ala B no terceiro pavimento, conforme indicado em projeto na prancha 15.

A tabela 9 analisa a pressão no **chuveiro mais desfavorável** do sistema 4 a partir da tomada de água do reservatório de água fria em concreto armado.

Tabela 9 – Abastecimento de água fria ao chuveiro

Conexão Chuveiro 4 sistema (Terceiro)												
Conexão analisada												
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)												
Pavimento Terceiro												
Nível geométrico: 11.80 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Tomadas d'água- saídas curtas - 4" (PVC rígido soldável)												
Nível geométrico: 32.00 m												
Pressão inicial: 0.00 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	14,40	98	1,92	32,72	9,85	42,56	0,0400	1,71	32,00	32,30	32,30	30,59
2-3	7,20	98	0,96	137,67	75,06	212,73	0,0100	1,83	-0,30	-10,65	19,94	18,10
3-4	7,20	73	1,70	2,59	51,50	54,09	0,0500	1,76	10,35	-1,95	16,15	14,39
4-5	3,60	73	0,85	0,20	8,30	8,50	0,0100	0,08	12,30	0,00	14,39	14,31



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



5-6	3,60	60	1,27	11,72	4,90	16,62	0,0300	0,43	12,30	0,00	14,31	13,88
6-7	1,80	60	0,64	0,16	2,50	2,66	0,0100	0,02	12,30	0,00	13,88	13,86
7-8	1,80	50	0,92	6,87	8,40	15,27	0,0200	0,27	12,30	0,30	14,16	13,88
8-9	1,70	50	0,87	2,20	2,40	4,60	0,0200	0,07	12,00	0,00	13,88	13,81
9-10	1,60	50	0,81	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,07	12,00	0,00	13,81	13,74
10-11	1,50	50	0,76	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,06	12,00	0,00	13,74	13,68
11-12	1,40	50	0,71	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,05	12,00	0,00	13,68	13,63
12-13	1,30	50	0,66	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,05	12,00	0,00	13,63	13,58
13-14	1,20	50	0,61	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,04	12,00	0,00	13,58	13,54
14-15	1,10	50	0,56	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,03	12,00	0,00	13,54	13,51
15-16	1,00	50	0,51	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,03	12,00	0,00	13,51	13,48
16-17	0,90	50	0,46	2,36	2,40	4,76	0,0100	0,03	12,00	0,00	13,48	13,45
17-18	0,80	50	0,41	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,02	12,00	0,00	13,45	13,43
18-19	0,70	50	0,36	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,02	12,00	0,00	13,43	13,42
19-20	0,60	50	0,31	0,15	2,40	2,55	0,0100	0,01	12,00	0,00	13,42	13,41
20-21	0,60	42	0,43	2,04	0,10	2,14	0,0100	0,01	12,00	0,00	13,41	13,40
21-22	0,50	42	0,36	2,19	2,30	4,49	0,0100	0,02	12,00	0,00	13,40	13,38
22-23	0,40	42	0,29	2,19	2,30	4,49	0,0100	0,01	12,00	0,00	13,38	13,36
23-24	0,30	42	0,22	0,15	2,30	2,45	0,0100	0,00	12,00	0,00	13,36	13,36
24-25	0,30	25	0,63	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	12,00	0,00	13,36	13,31
25-26	0,20	25	0,42	0,15	1,50	1,65	0,0200	0,02	12,00	0,00	13,31	13,30
26-27	0,20	21	0,57	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	12,00	0,00	13,30	13,25
27-28	0,10	17	0,46	2,91	14,90	17,81	0,0300	0,37	12,00	0,20	13,45	13,08
28-29	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	11,80	0,00	13,08	13,05
Pressões (m.c.a.)												





MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
20,20	7,15	13,05	1,00

Situação: Pressão suficiente

A tabela 10 analisa a pressão no **chuveiro mais desfavorável** do sistema 3 a partir da tomada de água do reservatório de água fria em concreto armado passando pelo reservatório térmico de alta pressão.

Tabela 10 – Abastecimento de água quente

Conexão Chuveiro 4 sistema (Terceiro)												
Conexão analisada												
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)												
Pavimento Terceiro												
Nível geométrico: 11.80 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Tomadas água- saídas curtas - 4" (PVC rígido soldável)												
Nível geométrico: 32.00 m												
Pressão inicial: 0.00 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	14,40	98	1,92	32,72	9,85	42,56	0,0400	1,71	32,00	32,30	32,30	30,59
2-3	7,20	98	0,96	59,04	41,00	100,04	0,0100	0,86	-0,30	-0,30	30,29	29,42



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



3-4	7,20	73	1,70	178,69	153,03	331,72	0,0500	14,12	0,00	-12,30	17,12	3,01
4-5	3,60	73	0,85	0,20	8,30	8,50	0,0100	0,08	12,30	0,00	3,01	2,92
5-6	3,60	60	1,27	11,72	4,90	16,62	0,0300	0,43	12,30	0,00	2,92	2,49
6-7	1,80	60	0,64	0,16	2,50	2,66	0,0100	0,02	12,30	0,00	2,49	2,47
7-8	1,80	50	0,92	6,87	8,40	15,27	0,0200	0,27	12,30	0,30	2,77	2,50
8-9	1,70	50	0,87	2,20	2,40	4,60	0,0200	0,07	12,00	0,00	2,50	2,42
9-10	1,60	50	0,81	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,07	12,00	0,00	2,42	2,36
10-11	1,50	50	0,76	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,06	12,00	0,00	2,36	2,30
11-12	1,40	50	0,71	2,19	2,40	4,59	0,0200	0,05	12,00	0,00	2,30	2,24
12-13	1,30	50	0,66	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,05	12,00	0,00	2,24	2,20
13-14	1,20	50	0,61	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,04	12,00	0,00	2,20	2,16
14-15	1,10	50	0,56	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,03	12,00	0,00	2,16	2,12
15-16	1,00	50	0,51	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,03	12,00	0,00	2,12	2,09
16-17	0,90	50	0,46	2,36	2,40	4,76	0,0100	0,03	12,00	0,00	2,09	2,07
17-18	0,80	50	0,41	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,02	12,00	0,00	2,07	2,05
18-19	0,70	50	0,36	2,19	2,40	4,59	0,0100	0,02	12,00	0,00	2,05	2,03
19-20	0,60	50	0,31	0,15	2,40	2,55	0,0100	0,01	12,00	0,00	2,03	2,02
20-21	0,60	42	0,43	2,04	0,10	2,14	0,0100	0,01	12,00	0,00	2,02	2,01
21-22	0,50	42	0,36	2,19	2,30	4,49	0,0100	0,02	12,00	0,00	2,01	1,99
22-23	0,40	42	0,29	2,19	2,30	4,49	0,0100	0,01	12,00	0,00	1,99	1,98
23-24	0,30	42	0,22	0,15	2,30	2,45	0,0100	0,00	12,00	0,00	1,98	1,98
24-25	0,30	25	0,63	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	12,00	0,00	1,98	1,93
25-26	0,20	25	0,42	0,15	1,50	1,65	0,0200	0,02	12,00	0,00	1,93	1,91
26-27	0,20	21	0,57	2,04	0,10	2,14	0,0300	0,05	12,00	0,00	1,91	1,86
27-28	0,10	17	0,46	2,91	14,90	17,81	0,0300	0,37	12,00	0,20	2,06	1,69

Projeto de sistema de aquecimento
06/2024

Página 49 de 56



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



28-29	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	11,80	0,00	1,69	1,66	
				Pressões (m.c.a.)									
				Estática inicial		Perda de carga	Dinâmica disponível						Mínima necessária
				20,20		18,54	1,66						1,00
Situação: Pressão suficiente													

VIII.1.5 CELAS DE TRIAGEM

A partir da tubulação de água fria existente que alimenta as celas de triagem, será conectado o ramal para o aquecimento de água por aquecedores de passagem. A tabela 10 apresenta a pressão no chuveiro mais desfavorável desta instalação, partindo de uma tomada de água com pressão inicial em 0 m.c.a sem passar pelos aquecedores de passagem, podendo-se definir como a pressão existente.

Pode-se notar que a pressão jusante no ponto de consumo é negativa, no valor de - 5,35 m.c.a. Pode-se definir então que, a pressão existente na instalação atual é de 6,35 ou maior, caso contrário a tubulação existente não seria capaz de fornecer a pressão adequada para o banho (1 m.c.a positivo para pleno funcionamento do ponto de consumo).

Tabela 10 – Pressão Atual das Celas de Triagem

Conexão Chuveiro Vistorias (Térreo)
Conexão analisada
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)
Pavimento Térreo
Nível geométrico: 2.20 m
Processo de cálculo: Universal
Tomada d'água:



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Tomada água - saída de caixa água - 28mm (Cobre)													
Nível geométrico: 3.00 m													
Pressão inicial: 0.00 m.c.a.													
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)		
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante	
1-2	0,68	21	1,94	1,88	0,70	2,58	0,2700	0,63	3,00	0,00	0,00	-0,63	
2-3	0,66	21	1,86	2,17	0,90	3,07	0,2500	0,74	3,00	0,00	-0,63	-1,37	
3-4	0,63	21	1,78	2,17	0,90	3,07	0,2300	0,69	3,00	0,00	-1,37	-2,06	
4-5	0,60	21	1,70	2,17	0,90	3,07	0,2100	0,63	3,00	0,00	-2,06	-2,68	
5-6	0,57	21	1,61	2,17	0,90	3,07	0,1900	0,57	3,00	0,00	-2,68	-3,25	
6-7	0,54	21	1,52	2,17	0,90	3,07	0,1700	0,51	3,00	0,00	-3,25	-3,76	
7-8	0,50	21	1,42	2,17	0,90	3,07	0,1200	0,35	3,00	0,00	-3,76	-4,10	
8-9	0,46	21	1,32	2,17	0,90	3,07	0,1000	0,30	3,00	0,00	-4,10	-4,41	
9-10	0,42	21	1,20	2,17	0,90	3,07	0,0900	0,26	3,00	0,00	-4,41	-4,66	
10-11	0,38	21	1,08	2,17	0,90	3,07	0,0700	0,21	3,00	0,00	-4,66	-4,87	
11-12	0,33	21	0,93	2,17	0,90	3,07	0,0600	0,16	3,00	0,00	-4,87	-5,04	
12-13	0,27	21	0,76	2,17	0,90	3,07	0,0400	0,12	3,00	0,00	-5,04	-5,15	
13-14	0,20	17	0,92	6,13	7,10	13,23	0,0800	0,91	3,00	0,80	-4,35	-5,26	
14-15	0,20	17	0,92	0,00	1,20	1,20	0,0800	0,09	2,20	0,00	-5,26	-5,35	
				Pressões (m.c.a.)									
				Estática inicial		Perda de carga	Dinâmica disponível						Mínima necessária
				0,80		6,15	-5,35						1,00
Situação: Pressão insuficiente													



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Com uma tomada de água ramificada a partir da tubulação existente e pressão inicial de 6,35 m.c.a, a Tabela 11 apresenta a pressão do ponto de consumo mais desfavorável para esta instalação, situado na cela 09, passando pelos pressurizadores e retornando pelo shaft existente sobre as celas, como pode ser visto na prancha 08.

Tabela 11 – Pressão do Ponto mais desfavorável com instalação dos aquecedores

Conexão Chuveiro Vistorias (Térreo)												
Conexão analisada												
Chuveiro Ducha - 25 mm - Saída livre (PPR)												
Pavimento Térreo												
Nível geométrico: 2.60 m												
Processo de cálculo: Universal												
Tomada d'água:												
Tomadas água- saídas curtas - 1 1/2" (PVC rígido soldável)												
Nível geométrico: 2.90 m												
Pressão inicial: 6.35 m.c.a.												
Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a.)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Conduto	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1,30	44	0,85	4,64	2,30	6,94	0,0200	0,13	2,90	0,00	6,35	6,22
2-3	0,90	44	0,59	8,67	2,20	10,87	0,0100	0,11	2,90	0,00	6,22	6,11
3-4	0,50	28	0,82	19,96	10,00	29,96	0,0400	0,86	2,90	2,40	8,52	7,65
4-5	0,50	21	1,42	8,64	9,30	17,94	0,1200	2,12	0,50	-2,40	5,25	3,13
5-6	0,30	21	0,85	0,40	3,10	3,50	0,0500	0,16	2,90	0,00	3,13	2,97
6-7	0,20	21	0,57	2,17	0,90	3,07	0,0300	0,07	2,90	0,00	2,97	2,90



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



7-8	0,10	17	0,46	2,82	14,90	17,72	0,0300	0,37	2,90	0,30	3,20	2,83												
8-9	0,10	17	0,46	0,00	1,20	1,20	0,0300	0,03	2,60	0,00	2,83	2,80												
				<table><tr><th colspan="4">Pressões (m.c.a.)</th></tr><tr><th>Estática inicial</th><th>Perda de carga</th><th>Dinâmica disponível</th><th>Mínima necessária</th></tr><tr><td>6,65</td><td>3,85</td><td>2,80</td><td>1,00</td></tr></table>									Pressões (m.c.a.)				Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária	6,65	3,85	2,80	1,00
Pressões (m.c.a.)																								
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária																					
6,65	3,85	2,80	1,00																					
Situação: Pressão suficiente																								

VIII.1.6 RELAÇÃO DE PRANCHAS

- Prancha 01 - PLANTA DE SITUAÇÃO - ESQUEMA DE ABASTECIMENTO
- Prancha 02 - DETALHES 1 e 2 - MUDANÇA DE COTA DA TUBULAÇÃO
- Prancha 03 - DETALHE 3, 5, 6 e GENÉRICOS
- Prancha 04 - DETALHE 4 - AQUECEDORES DE PASSAGEM
- Prancha 05 - DETALHE 4 - ISOMÉTRICOS
- Prancha 06 - CENTRAL DE CONTROLE ALAS C e D - MEZANINO E DETALHES
- Prancha 07 - CENTRAL DE CONTROLE ALAS A e B - MEZANINO E DETALHES
- Prancha 08 - CELAS DE TRIAGEM - TÉRREO E DETALHES
- Prancha 09 - CENTRAL DE CONTROLE ALAS C e D - 2º PAVIMENTO E DETALHES
- Prancha 10 - CENTRAL DE CONTROLE ALAS A e B - 2º PAVIMENTO E DETALHES
- Prancha 11 - CENTRAL DE CONTROLE ALAS C e D - 3º PAVIMENTO E DETALHES
- Prancha 12 - CENTRAL DE CONTROLE ALAS A e B - 3º PAVIMENTO E DETALHES
- Prancha 13 - ALA D - 2º e 3º PAVIMENTO
- Prancha 14 - ALA C - 2º e 3º PAVIMENTO
- Prancha 15 - ALA B - 2º e 3º PAVIMENTO
- Prancha 16 - ALA A - 2º e 3º PAVIMENTO
- Prancha 17 - ABRIGO DE GÁS 01 E AQUECEDORES - PLANTA BAIXA E DETALHES



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



- Prancha 18 - ABRIGO DE GÁS 02 E AQUECEDORES - PLANTA BAIXA E DETALHES
- Prancha 19 - DETALHES CONSTRUTIVOS ABRIGO DE GÁS 01
- Prancha 20 - DETALHES CONSTRUTIVOS ABRIGO DE GÁS 02
- Prancha 21 - DETALHES CONSTRUTIVOS ABRIGO DOS AQ. DE PASSAGEM DAS CELAS DE TRIAGEM

VIII.1.7 OPERAÇÃO DO SISTEMA

Os aquecedores das celas de triagem devem ter sua temperatura ajustada mensalmente a partir do próprio aquecedor de passagem, visto que a perda de temperatura na tubulação é muito baixa para esta instalação. Sugere-se temperaturas de aproximadamente 35-36 C° para os meses quentes e 38-39 C° para os meses mais frios. Logo, a operação do banho se dá pelo próprio apenado, a partir do registro de pressão localizado dentro da cela. No momento que um chuveiro é acionado, o aquecedor de passagem que atende a cela automaticamente irá ligar, atendo o ponto de consumo na temperatura conforme selecionado em seu painel digital. A modulação da potência do aquecedor é automática sendo que o mesmo irá modular sua chama caso a demanda de água quente seja maior ou o diferencial de temperatura da água requerido aumente. O apenado não terá acesso ao controle de temperatura pois o mesmo se localiza na tela do aquecedor de passagem.

Para os sistemas que atendem as celas principais, o aquecimento 1, 2, 3 e 4 devem ter sua operação iniciada antecipadamente ao horário programado para o banho, pois todo o volume de água contido no reservatório térmico e na tubulação de água quente e recirculação deve ser aquecido pelos aquecedores de passagem. Este funcionamento deverá ser gerenciado pelo timer dos controladores que deverão ser regulados conforme esquema de banho de cada ala após a instalação.

Como visto nos itens 5.1.2.2 e 5.1.3, o tempo necessário para que o volume do reservatório seja aquecido é de 62 minutos. Já tempo necessário para que o volume dentro da tubulação de água quente e de recirculação seja circulado é de 27 minutos. Contudo, para que o volume circulado na tubulação também seja aquecido pelos aquecedores de passagem, deve-se adicionar o tempo de 13 minutos, conforme cálculo abaixo.

$$\Delta T = \frac{798 L}{65 L/min} = 12,276 min \cong 13 min$$



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



Portanto, os controladores eletrônicos devem ativar o funcionamento dos aquecedores de passagem e sua respectiva motobomba circuladora **90 minutos** antes do horário programado para o banho. Já a motobomba circuladora do sistema de recirculação deve ser ativada **60 minutos** antes do horário programado para o banho.

O banho inicia a partir do fechamento do registro de esfera da rede de recirculação e abertura dos registros de gaveta das redes de água quente e água fria. Imediatamente após o fechamento do registro de esfera da rede de recirculação, os controladores eletrônicos devem encerrar o funcionamento da motobomba circuladora da rede de recirculação e dos aquecedores de passagem e sua respectiva motobomba circuladora.

Considerando o volume dentro da tubulação de água quente após o tê de ramificação com a rede de recirculação, deve-se iniciar a contagem do tempo do banho após o escoamento deste volume. Conforme o item 5.1.2.1, o volume a ser escoado após a abertura dos registros é de 190,11 L. Considerando vazão dos chuveiros de 6 L/min e o total de 36 unidades, o tempo necessário para o escoamento completo da água fria dentro da tubulação é de 1 minuto, conforme cálculo abaixo.

$$\Delta T = \frac{190,11 \text{ L}}{36 \text{ un} * 6 \text{ L/min}} = 0,88 \text{ min} \cong 1 \text{ min}$$



MEMORIAL DESCRITIVO CIVIL, HIDRÁULICO E ELÉTRICO –
SISTEMA DE AQUECIMENTO À GÁS – PENITENCIÁRIA DE ALTA
SEGURANÇA DE CHARQUEADAS



IX RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

**ALBERTO
TOGNI:020359
68038**

Assinado de forma digital
por ALBERTO
TOGNI:02035968038
Dados: 2024.07.04
13:20:33 -03'00'

ALBERTO TOGNI

Responsável Técnico
Engenheiro Mecânico
CREA RS 232331

**GUSTAVO SCHMIDT
DOS
ANJOS:03276731096**

Assinado de forma digital por
GUSTAVO SCHMIDT DOS
ANJOS:03276731096
Dados: 2024.07.04 14:34:51 -03'00'

GUSTAVO SCHMIDT DOS ANJOS

Responsável Técnico
Engenheiro Eletricista
CREA RS 223597



Documento assinado digitalmente
FERNANDO BATTISTI
Data: 05/07/2024 08:45:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

FERNANDO BATTISTI

Responsável Técnico
Engenheiro Civil
CREA RS 230439