



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



CONTRATAÇÃO DE OBRA DE REFORMA DE EDIFICAÇÃO
EXISTENTE VISANDO A IMPLANTAÇÃO DO BLOCO DE ENSINO
E PESQUISA DA FIOCRUZ RONDÔNIA EM PORTO VELHO/RO.

MEMORIAL DE CÁLCULO E DESCRITIVO

PROJETO EXECUTIVO

HIDRÁULICA

OUTUBRO/2020

CONTRATO RDC ELETRÔNICO N.º 31/2019-COGIC
PROCESSO: 25389.000189/2017-19

MEMORIAL: 30000393-03-OS8-C00-HID-MC-1001-R02



CONTRATO N.º 31/2019 -
FIOCRUZ RONDÔNIA


MEMORIAL
PROJETO EXECUTIVO
HIDRÁULICA

Mês Ref.
OUTUBRO/2020

Pág.
2

CONTROLE DE REVISÃO

REV.	DESCRIÇÃO	ELABORADO		APROVADO	
R00	EMIÇÃO INICIAL	WAGNER	SETEMBRO 2020	ALLISSON	SETEMBRO 2020
R01	ATENDENDO A COMENTÁRIOS	WAGNER	OUTUBRO 2020	ALLISSON	OUTUBRO 2020
R02	REVISÃO	WAGNER	OUTUBRO 2020	ALLISSON	OUTUBRO 2020

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			OUTUBRO/2020	3

Sumário

APRESENTAÇÃO	4
1 INTRODUÇÃO	5
1.1 EMPREENDIMENTO	5
1.2 EDIFICAÇÃO	5
1.3 OBJETIVO	6
2 HIDRÁULICA	7
2.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	7
2.2 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS	7
2.3 LITERATURA ADOTADA	7
2.4 DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA	8
2.4.1 PRESSÕES DE SERVIÇOS DOS EQUIPAMENTOS	8
2.5 VOLUMES DE CONSUMO	9
2.5.1 ÁGUA POTÁVEL E DE REUSO	9
2.5.2 ÁGUA PURIFICADA	9
2.6 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	9
2.7 MEMÓRIA DE CÁLCULO	10
2.7.1 PRESSÃO DISPONÍVEL NO PONTO MAIS DESFAVORÁVEL – RAMAL DE ÁGUA FRIA POTÁVEL 13	
2.7.2 PRESSÃO DISPONÍVEL NO PONTO MAIS DESFAVORÁVEL – RAMAL DE ÁGUA FRIA DE REUSO 16	
2.7.3 ATENDIMENTO PARA OSMOSE REVERSA E CHUVEIROS DE EMERGÊNCIA (ÁGUA POTÁVEL) – PRESSURIZADOR	18
2.7.4 ATENDIMENTO PARA EQUIPAMENTOS (ÁGUA PURIFICADA)	24



APRESENTAÇÃO

A ARCHITECTUS vem por meio deste documento justificar tecnicamente as soluções adotadas na fase de Projeto Executivo de Hidráulica.

É importante que este documento seja visto em conjunto com os projetos apresentados para o perfeito entendimento de ambos.

Elementos Contratuais

Contrato de Serviços de Arquitetura e Engenharia nº 31/2019
Processo nº 25389.000189/2017-19
RDC Eletrônico nº 08/2019-COGIC
Data de Assinatura do Contrato 12.08.2019
Data da Ordem de Serviço 16.09.2019
Prazo de Execução dos Serviços 540 (quinhentos e quarenta) dias
Endereço do Empreendimento BR-364, Km 5,5 – Porto Velho - RO

Equipe Técnica

Alexandre Lacerda Landim	Coordenador Geral
Bruno Lobo e Souza	Apoio Coordenação
Antônio Elton Timbó Farias	Projeto de Arquitetura
Antônio Américo Farias Lima	Engenharia – Estrutura
Felipe Barreto Costa	Engenharia – Elétrica
Allisson dos Santos Cordeiro	Engenharia – Hidrossanitário / Drenagem / Gases Especiais
Allisson dos Santos Cordeiro	Engenharia – Tratamento de Efluentes
Salim Lamha Neto	Engenharia – VAC
Eduardo Luiz de Brito Neve	Engenharia – VAC
Newton Ricardo Belchior Maranhão	Engenharia – VAC
Felipe Barreto Costa	Engenharia – Telecomunicações
Raphael de Melo Leite	Engenharia – Automação
Antônio Américo Farias Lima	Engenharia – Prev. Comb. Incêndio
Ricardo Saboia Barbosa	Arquitetura – Esquadrias
Antônio Elton Timbó Farias	Arquitetura – Sustentabilidade

1 INTRODUÇÃO

1.1 EMPREENDIMENTO

O Campus da Fiocruz será localizado em Porto Velho – RO e é composto por três empreendimentos (A, B e C), com previsão de futura expansão (D), conforme tabela abaixo:


CAMPUS FIOCRUZ RONDÔNIA		
EMPREENDIMENTO	Nº DO PRÉDIO	NOME DO PRÉDIO
A	-	Gestão e Ensino
	-	Eventos
	-	Auditório
	-	Subestação 3/Central Técnica
	-	Guarita 1
	-	Guarita 2
B	B01	Bloco de Laboratórios Fase A
	B02	Bloco de Laboratórios Fase B
	B03	Biotério
	B04	Apoio Técnico e Logístico
	B05	Central de Resíduos
	B06	Central de Água Gelada
	B07	Central de Gases
	B08	Subestação 1
	B09	ETE
	B10	ETA/Castelo d'água
	B11	Galinheiro
	B12	Cabine de Entrada
	B13	Depósito de Inflamáveis
	B14	Cisterna
	B15	Compostagem
C	C00	Ensino e Pesquisa
D (Expansão)	-	Laboratórios
	-	Curral de Lhamas

Tabela 1 - Empreendimentos do Campus Fiocruz-RO

1.2 EDIFICAÇÃO


O objeto deste documento é o prédio C00 - Ensino e Pesquisa. Por ser executado na Fase 01, que é a primeira fase de execução do campus, o bloco concentrará, inicialmente, todas as atividades do Campus.

O prédio possui pavimento térreo, superior e técnico, contendo ambientes para pesquisa, laboratórios, biotério, copas, salas de aula e administrativas, banheiros e vestiários.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			OUTUBRO/2020	6

1.3 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo descrever e justificar tecnicamente as soluções adotadas na fase de Projeto Executivo e complementar as informações constantes nos desenhos do Empreendimento C, prédio Ensino e Pesquisa.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			OUTUBRO/2020	7

2 HIDRÁULICA

2.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA


30000393-03-OS5-G00-GRL-PL-0001	PLANO DE COMISSONAMENTO
30000393-03-OS5-G00-GRL-CE-0001	CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0004	IMPLANTAÇÃO FASE 1 - SETOR B1
30000393-03-OS5-B10-HID-DE-0001	PL. BAIXA TÉRREO/ ELEVAÇÃO E ISOMÉTRICO
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1001	PL. BAIXA PAV. TÉRREO
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1002	PL. BAIXA PAV. SUPERIOR
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1003	PL. BAIXA PAV. TÉCNICO
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1004	DETALHES HIDRÁULICOS 1
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1005	DETALHES HIDRÁULICOS 2
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1006	DETALHES ISOMÉTRICOS 1
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1007	DETALHES ISOMÉTRICOS 2
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1008	DETALHES ISOMÉTRICOS 3
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1009	ESQUEMA VERTICAL
30000393-03-OS8-C00-HID-DE-1010	DETALHES EXECUTIVOS

2.2 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

- NBR 5626 – Instalação predial água fria;
- NBR 15813-1 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria. Parte 1: Tubos de polipropileno copolímero random PP-R e PP-RCT – Requisitos;
- NBR 15813-2 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria. Parte 2: Conexões de polipropileno copolímero random PP-R e PP-RCT – Requisitos;
- NBR 15813-3 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria. Parte 3: Tubos e conexões de polipropileno copolímero random PP-R e PP-RCT - Montagem, instalação, armazenamento e manuseio.

2.3 LITERATURA ADOTADA

- Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais – Autor: Archibald Joseph Macintyre.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			OUTUBRO/2020	8

2.4 DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA

Definições:

- Água Bruta: água proveniente dos poços profundos;
- Água Potável: água bruta tratada após passagem pela estação de tratamento (ETA). Esta água potável alimentará os pontos hidráulicos das edificações;
- Água de Reuso: água proveniente da estação de tratamento de esgotos (ETE) que será utilizada para descarga de vasos sanitários, mictórios e na irrigação das áreas de paisagismo;
- Água Purificada: água proveniente do tratamento de Osmose Reversa (OR) que alimentará os equipamentos de laboratório que requerem esse tipo de água.

Para a alimentação do Prédio Ensino e Pesquisa, chegam dois ramais de água, exclusivos, vindos do Castelo D'água. Estes ramais de água fria sobem até o entreferro e pavimento técnico da edificação, seguindo para alimentar os pontos hidráulicos, divididos da seguinte forma:

- Pontos hidráulicos de descarga dos vasos sanitários e mictórios serão alimentados pelo ramal de água de reuso;
- Pontos hidráulicos de pias, tanques, lavatórios, chuveiros, duchas manuais, máquinas de gelo e válvulas de descarga das pias de despejo serão alimentadas pelo ramal de água potável;
- Pontos hidráulicos de autoclaves, milliQ's e lavadoras de vidrarias serão alimentadas pelo ramal de água purificada.


A água purificada será gerada através de osmose reversa por um equipamento localizado no pavimento técnico que fará o tratamento da água potável, reduzindo a quantidade de sais e moléculas orgânicas simples, resultando numa água com características apropriadas para uso dos equipamentos de laboratório.

2.4.1 PRESSÕES DE SERVIÇOS DOS EQUIPAMENTOS

Os chuveiros de emergência exigem alta vazão e pressão compatíveis para um bom funcionamento. Eles têm ótimo funcionamento com pressão de 3,0 Kgf/cm² e vazão de 75 l/min (recomendação dos fabricantes). Já os purificadores milliQ's dos laboratórios não exigem vazão alta, mas necessitam de 1,0 Kgf/cm² na tubulação de alimentação. Da mesma forma, os equipamentos de osmose reversa necessitam de uma pressão mínima de 1,0 Kgf/cm² na sua entrada de alimentação de água fria. As lavadoras de vidrarias necessitam de pressão de 2,0 Kgf/cm².

Para que esses requisitos de pressão e vazão sejam atendidos, projetamos na rede de distribuição hidráulica da edificação, no pavimento técnico, dois pressurizadores que terão a função de manter a rede com a pressão adequada, atendendo esses níveis exigidos.

Um pressurizador fará a alimentação de água fria potável dos chuveiros de emergência e da osmose reversa.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			OUTUBRO/2020	9

O outro pressurizador fará a alimentação de água purificada dos equipamentos dos laboratórios referidos acima (ramal em looping). São, portanto, ramais exclusivos para estas demandas. Os demais pontos hidráulicos da edificação são alimentados por gravidade, com as redes vindas do castelo d'água.

2.5 VOLUMES DE CONSUMO

2.5.1 ÁGUA POTÁVEL E DE REUSO

Conforme documento 30000393-03-OS4-G00-HID-RL-0001-R00, a estimativa de consumo diário de água fria potável para o Prédio Ensino e Pesquisa foi contemplada juntamente com as outras edificações do Campus, considerando que os reservatórios de água fria potável e de água fria de reuso armazenem água para 2 dias de consumo. Essa premissa foi adotada para suprir as possíveis faltas de água que possam eventualmente acontecer nas manutenções do sistema de abastecimento. Ainda conforme o referido documento, adotamos uma parcela do volume total armazenado, de 24.300 litros para água potável e 16.746 para água de reuso. Além disso, foram projetados ramais independentes saindo do castelo d'água para que as possíveis manutenções em qualquer edificação não interfiram na alimentação de água fria desta edificação.

2.5.2 ÁGUA PURIFICADA

Conforme recomendação dos fabricantes, temos as seguintes vazões pré-estabelecidas:

- 1 Autoclave de barreira – 720 Litros – vazão de água purificada = 16 l / h;
- 2 Purificadores MilliQ – vazão total de água purificada = 10 l / h;
- 2 Lavadoras de vidrarias – vazão aproximada de 67,5 l / h. Como serão 2 lavadoras, teremos uma vazão de 135 l / h.

Temos, portanto, uma vazão necessária de 161 l / h de água purificada. Para esta etapa de projeto, vamos prever um tanque de armazenamento, garantindo 8 horas de uso dos equipamentos. Com isso, especificamos:

- 1 tanque para armazenamento de água purificada com volume de 1.200 litros;
- 1 equipamento de osmose reversa com capacidade de produzir 200 l / h de água purificada.

2.6 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

A rede de distribuição de água fria foi dimensionada atendendo as vazões de projeto estabelecidas nas literaturas de referência para todos os pontos de utilização, utilizando a somatória de pesos dos aparelhos.

As pressões dinâmicas na rede hidráulica não serão inferiores a 1,0 m.c.a e o sistema de alimentação dos prédios (por gravidade) tem pressão estática inferior a 300 kPa (30 m.c.a), atendendo aos requisitos da NBR 5626. Somente nas redes independentes pressurizadas para os equipamentos citados em 2.4.1, as pressões chegam a valores um pouco acima de 30 m.c.a.

2.7 MEMÓRIA DE CÁLCULO

O dimensionamento do sistema de água fria dos sub-ramais da edificação está nas tabelas que se seguem, utilizando-se o método do consumo máximo provável, com o ábaco da Figura 1 para determinação dos diâmetros.

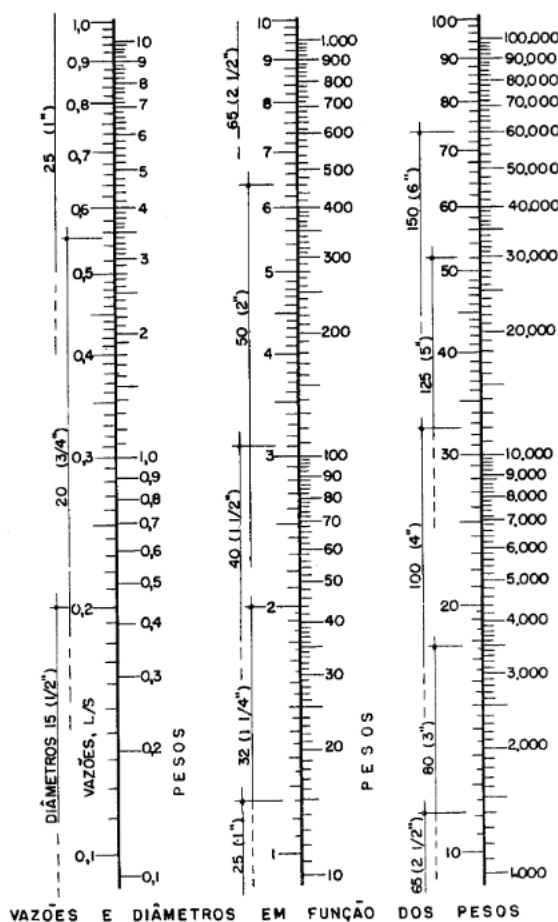


Figura 1 – Ábaco Vazões e Diâmetros

Fonte: Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais (Archibald Joseph Macintyre)

A seguir, segue o dimensionamento dos sub-ramais, onde as AFP's (água potável) são mostradas nas plantas baixas do projeto (ver documentação de referência).

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 01		AFP - 02		AFP - 03		AFP - 04		AFP - 05		AFP - 06	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
DUCHA MANUAL	0,1	2	0,2										
PIA	0,7			1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7

TOT.	0,2	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7
ø ADOTADO(mm):	25		25		25		25		25		25		25

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 07		AFP - 08		AFP - 09		AFP - 10		AFP - 11		AFP - 12	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
LAVATÓRIO	0,3					3	0,9			1	0,3		
PIA	0,7	1	0,7	1	0,7			1	0,7			1	0,7

TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,9	TOT.	0,7	TOT.	0,3	TOT.	0,7	TOT.	0,7
ø ADOTADO(mm):	25		25		25		25		25		25		25

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 13		AFP - 14		AFP - 15		AFP - 16		AFP - 17		AFP - 18	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
DUCHA MANUAL	0,1	1	0,1	4	0,4								
LAVATÓRIO	0,3	1	0,3	4	1,2								
PIA	0,7					1	0,7					2	1,4
TANQUE	0,7							1	0,7				
VÁLVULA DE DESCARGA	32,0											1	32,0
TORNEIRA JARDIM OU LAVAGEM GERAL	0,4			1	0,4					1	0,4		
		TOT.	0,4	TOT.	2,0	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,4	TOT.	33,4
ø ADOTADO(mm):		25		25		25		25		25		40	

Obs. Na AFP-18, será considerada válvula de descarga para uso em baixa pressão, com Ø50mm.

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 19		AFP - 20		AFP - 21		AFP - 22		AFP - 23		AFP - 24	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
LAVATÓRIO	0,3	1	0,3	1	0,3								
CHUVEIRO ELÉTRICO	0,1							1	0,1				
PIA	0,7					1	0,7			1	0,7	2	1,4
FILTRO	0,1											1	0,1
MÁQUINA DE GELO	0,7									1	0,7		
		TOT.	0,3	TOT.	0,3	TOT.	0,7	TOT.	0,1	TOT.	1,4	TOT.	1,5
ø ADOTADO(mm):		25		25		25		25		25		25	

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 25		AFP - 26		AFP - 27		AFP - 28		AFP - 29		AFP - 30	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
LAVATÓRIO	0,3	1	0,3			1	0,3	2	0,6	2	0,6	1	0,3
CHUVEIRO / LAVA OLHOS	17,4			1	17,4								
CHUVEIRO	0,4							1	0,4	1	0,4		
		TOT.	0,3	TOT.	17,4	TOT.	0,3	TOT.	1,0	TOT.	1,0	TOT.	0,3
ø ADOTADO(mm):		25		40		25		25		25		25	

Obs. Nas AF-26, o ramal é pressurizado com Ø32mm.

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 31		AFP - 32		AFP - 33		AFP - 34		AFP - 35		AFP - 36	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
DUCHA MANUAL	0,1											1	0,1
LAVATÓRIO	0,3	1	0,3			2	0,6					1	0,3
CHUVEIRO	0,4											1	0,4
PIA	0,7			1	0,7	1	0,7						
AUTOCLAVE	0,7							1	0,7				
TANQUE	0,7									1	0,7		
		TOT.	0,3	TOT.	0,7	TOT.	1,3	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,8
ø ADOTADO(mm):		25		25		25		25		25		25	

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 37		AFP - 38		AFP - 39		AFP - 40		AFP - 41		AFP - 42	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
DUCHA MANUAL	0,1	1	0,1					3	0,3			2	0,2
LAVATÓRIO	0,3	1	0,3							3	0,9		
CHUVEIRO	0,4	1	0,4			2	0,8	3	1,2				
PIA	0,7			2	1,4								
AUTOCLAVE	0,7											1	0,7
		TOT.	0,8	TOT.	1,4	TOT.	0,8	TOT.	1,5	TOT.	0,9	TOT.	0,9
ø ADOTADO(mm):		25		25		25		25		25		25	

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 43		AFP - 44		AFP - 45		AFP - 46		AFP - 47		AFP - 48	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
PIA	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7
		TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7
ø ADOTADO(mm):		25		25		25		25		25		25	

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 49		AFP - 50		AFP - 51		AFP - 52		AFP - 53		AFP - 54	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
DUCHA MANUAL	0,1					1	0,1						
LAVATÓRIO	0,3			4	1,2	1	0,3					1	0,3
PIA	0,7	1	0,7					2	1,4	1	0,7		
VÁLVULA DE DESCARGA	32,0							1	32,0				

TOT.	0,7	TOT.	1,2	TOT.	0,4	TOT.	33,4	TOT.	0,7	TOT.	0,3
ø ADOTADO(mm):	25	25	25	40	25	25					

Obs. Na AFP-52, será considerada válvula de descarga para uso em baixa pressão, com Ø50mm.

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 55		AFP - 56		AFP - 57		AFP - 58		AFP - 59		AFP - 60	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
LAVATÓRIO	0,3			2	0,6							1	0,3
CHUVEIRO ELÉTRICO	0,1	1	0,1			1	0,1						
PIA	0,7	1	0,7			1	0,7	1	0,7	1	0,7		

TOT.	0,8	TOT.	0,6	TOT.	0,8	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,3
ø ADOTADO(mm):	25	25	25	25	25	25					

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 61		AFP - 62		AFP - 63		AFP - 64		AFP - 65		AFP - 66	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
LAVATÓRIO	0,3	1	0,3					2	0,6				
PIA	0,7			1	0,7					1	0,7	1	0,7
TANQUE	0,7					1	0,7						

TOT.	0,3	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,6	TOT.	0,7	TOT.	0,7
ø ADOTADO(mm):	25	25	25	25	25	25					

PEÇA	PESO UNIT.	AFP - 67		AFP - 68		AFP - 69		AFP - 70		AFP - PAV. TÉC.	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
PIA	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7	1	0,7		
TORNEIRA JARDIM OU LAVAGEM GERAL	0,4									4	1,6

TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	0,7	TOT.	1,6
ø ADOTADO(mm):	25	25	25	25	25				

A seguir, segue o dimensionamento dos sub-ramais, onde as AFR's (água de reuso) são mostradas nas plantas baixas do projeto (ver documentação de referência).

PEÇA	PESO UNIT.	AFR - 01		AFR - 02		AFR - 03		AFR - 04		AFR - 05		AFR - 06	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
CAIXA DESCARGA ACOPLADA	0,3	2	0,6	4	1,2	1	0,3	1	0,3	1	0,3		
MICTÓRIO VÁLV. PARA MIC. OU RP	0,3	2	0,6									2	0,6

TOT.	1,2	TOT.	1,2	TOT.	0,3	TOT.	0,3	TOT.	0,3	TOT.	0,6
ø ADOTADO(mm):	25	25	25	25	25	25					

PEÇA	PESO UNIT.	AFR - 07		AFR - 08		AFR - 09	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
CAIXA DESCARGA ACOPLADA	0,3	3	0,9	2	0,6	1	0,3

TOT.	0,9	TOT.	0,6	TOT.	0,3
ø ADOTADO(mm):	25	25	25		

A seguir, segue o dimensionamento dos sub-ramais, onde as AFW's (água purificada) são mostradas nas plantas baixas do projeto (ver documentação de referência).

PEÇA	PESO UNIT.	AFW - 01		AFW - 02		AFW - 03		AFW - 04		AFW - 05	
		QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.	QTDE	TOT.
PURIFICADOR MILLIQ	0,7					1	0,7			1	0,7
LAVADORA DE VIDRARIAS	1,0	1	0,7	1	0,7						
AUTOCLAVE	1,0			1	0,7			1	0,7		
TOT.		0,7		1,4		0,7		0,7		0,7	
ø ADOTADO(mm):		25		25		25		25		25	

2.7.1 PRESSÃO DISPONÍVEL NO PONTO MAIS DESFAVORÁVEL – RAMAL DE ÁGUA FRIA POTÁVEL

Para efeito de cálculo, adotamos as seguintes premissas para escolha do ponto hidráulico mais desfavorável desta edificação: menor altura estática em relação ao reservatório superior e mais distante da entrada de água da edificação, levando em consideração o somatório dos comprimentos reais e equivalentes de tubulação.

Esquema de referência – Ramal de água fria potável

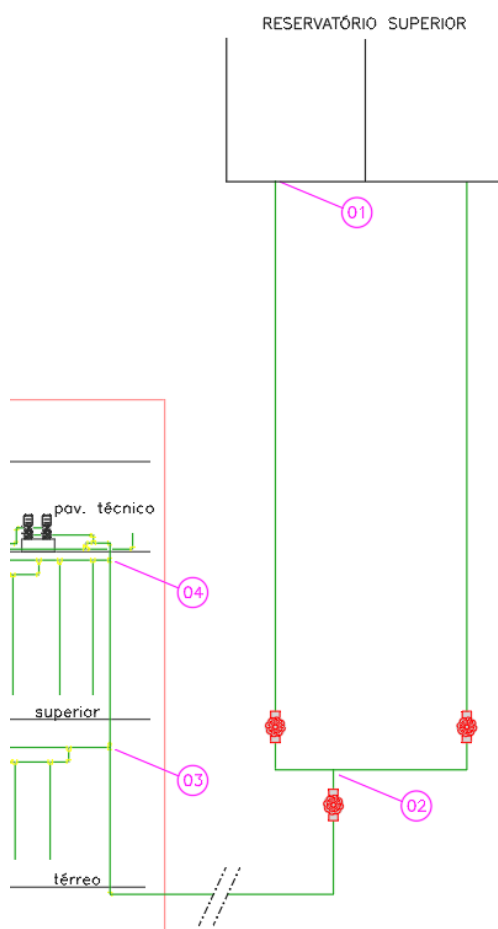


Figura 2 – Trechos considerados no dimensionamento

Plantas de referência – Ramal de água fria potável

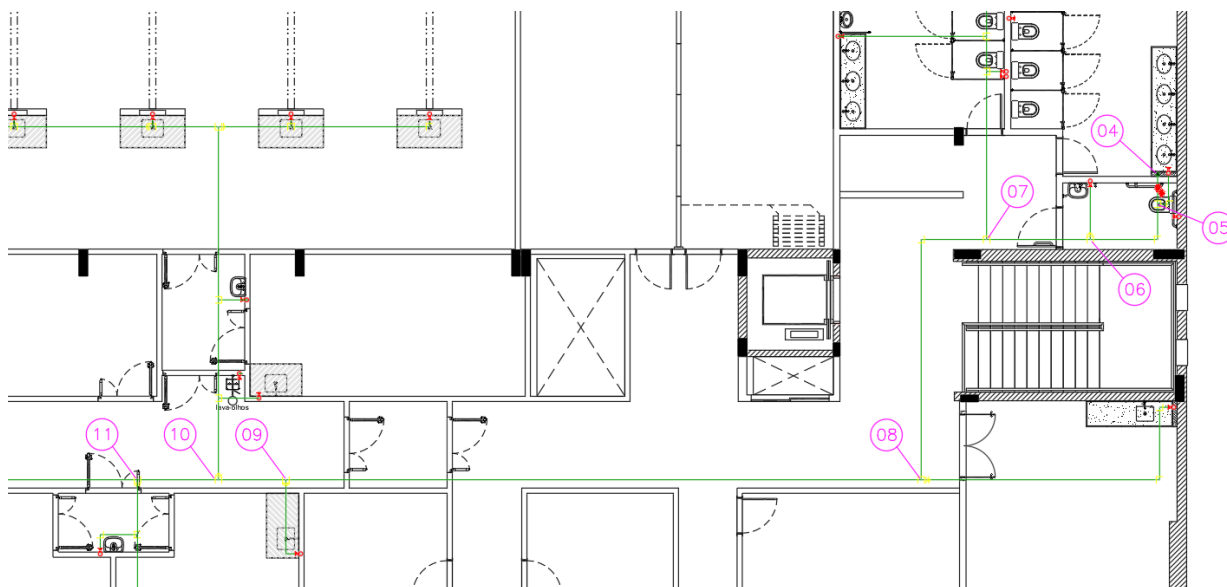


Figura 3 – Trecho 1 planta pavimento superior

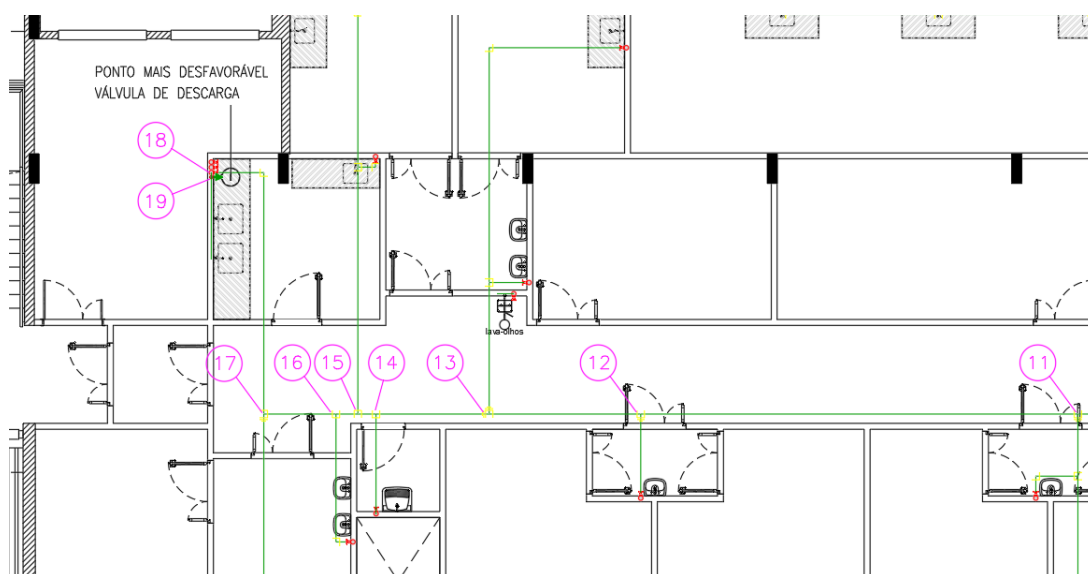



Figura 4 – Trecho 2 (cont.) planta pavimento superior

A

Figura 3, Figura 4 e Figura 5 mostram a planta baixa do pavimento superior, dividida em 2 partes, e um esquema com a interligação dos prédios C00 e B10, com a informação dos trechos contemplados no cálculo das pressões disponíveis. O ponto mais desfavorável considerado no cálculo é a válvula de descarga localizada no ambiente LAVAGEM/EXPURGO. O trecho 1-2 é o trecho compreendido entre a saída de água do reservatório e o barrilete (prédio B10) e o trecho 2-3 é o trecho compreendido entre os dois prédios (C00 e B10).

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			OUTUBRO/2020	15

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

- Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;
- Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;
- Coluna 3 – Vazão de cada trecho;
- Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;
- Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;
- Coluna 6 – Perda de carga unitária;
- Coluna 7 – Altura estática por trecho;
- Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;
- Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;
- Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;
- Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;
- Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;
- Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;
- Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
							(14)+10x(7)	(9) x (6)						
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa	kPa	kPa
1-2	544,10	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,12	15,98	24,10	123,40
2-3	189,20	4,13	75,00	66,60	1,19	0,23	-1,70	106,40	44,90	29,30	10,16	6,63	16,80	89,60
3-4	130,60	3,43	60,00	53,40	1,53	0,47	-4,10	48,60	4,10	2,30	1,92	1,07	2,99	45,61
4-5	53,10	2,19	60,00	53,40	0,98	0,21	0,00	45,61	1,00	2,70	0,21	0,57	0,79	44,82
5-6	51,90	2,16	60,00	53,40	0,97	0,21	0,00	44,82	3,00	5,70	0,63	1,19	1,81	43,01
6-7	51,50	2,15	60,00	53,40	0,96	0,21	0,00	43,01	2,40	2,30	0,50	0,48	0,97	42,04
7-8	48,10	2,08	60,00	53,40	0,93	0,20	0,00	42,04	7,10	11,00	1,38	2,15	3,53	38,51
8-9	47,40	2,07	60,00	53,40	0,92	0,19	0,00	38,51	15,00	2,30	2,89	0,44	3,33	35,18
9-10	46,70	2,05	60,00	53,40	0,92	0,19	0,00	35,18	1,60	2,30	0,30	0,44	0,74	34,44
10-11	42,20	1,95	60,00	53,40	0,87	0,17	0,00	34,44	1,90	2,30	0,33	0,40	0,73	33,71
11-12	38,40	1,86	60,00	53,40	0,83	0,16	0,00	33,71	9,00	2,30	1,44	0,37	1,81	31,90
12-13	38,10	1,85	60,00	53,40	0,83	0,16	0,00	31,90	3,10	2,30	0,49	0,37	0,86	31,04
13-14	36,80	1,82	60,00	53,40	0,81	0,15	0,00	31,04	2,40	2,30	0,37	0,35	0,73	30,31
14-15	36,10	1,80	60,00	53,40	0,80	0,15	0,00	30,31	0,50	2,30	0,08	0,35	0,42	29,89
15-16	34,70	1,77	60,00	53,40	0,79	0,15	0,00	29,89	0,50	2,30	0,07	0,34	0,41	29,48
16-17	34,10	1,75	60,00	53,40	0,78	0,14	0,00	29,48	1,50	7,60	0,22	1,10	1,31	28,17
17-18	33,40	1,73	60,00	53,40	0,77	0,14	1,80	46,17	7,60	19,30	1,08	2,74	3,81	42,35
18-19	32,00	1,70	50,00	44,00	1,12	0,34	0,20	44,35	0,20	0,00	0,07	0,00	0,07	44,28

Tabela 2 - Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da edificação = 75mm;
- Pressão dinâmica mínima para funcionamento da válvula de descarga conforme norma = 1 mca e conforme fabricante 1,5 mca;
- $\Sigma P = 189,2 \rightarrow Q = 4,13$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos da edificação conforme planilha acima;
- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 30 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{\max} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 30 m³/h no hidrômetro, com vazão de 4,13 l/s, temos $\Delta h = 2,46$ mca.

Conforme planilha, a pressão disponível residual no ponto mais desfavorável, válvula de descarga localizada no ambiente LAVAGEM/EXPURGO, é de 44,28 KPa, o que significa 4,42 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 2,46$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 1,96 mca, atendendo aos requisitos da Norma e do fabricante da válvula de descarga.

2.7.2 PRESSÃO DISPONÍVEL NO PONTO MAIS DESFAVORÁVEL – RAMAL DE ÁGUA FRIA DE REUSO

Para efeito de cálculo, adotamos as seguintes premissas para escolha do ponto hidráulico mais desfavorável desta edificação: menor altura estática em relação ao reservatório superior e mais distante da entrada de água da edificação, levando em consideração o somatório dos comprimentos reais e equivalentes de tubulação.

Esquema de referência – Ramal de água fria de reuso

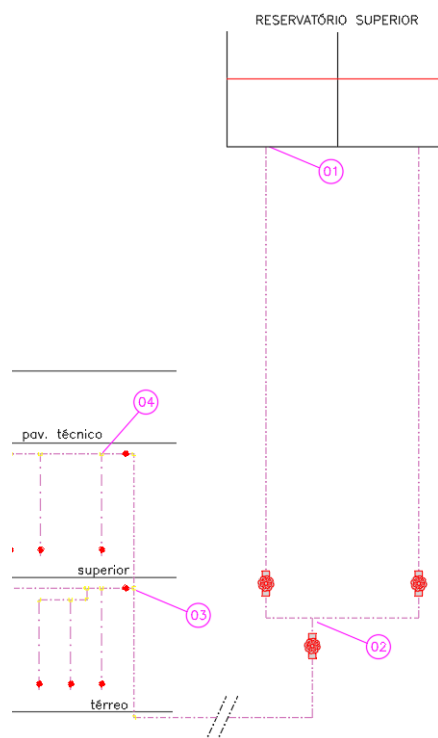


Figura 5 – Trechos considerados no dimensionamento

Planta de referência – Ramal de água fria de reuso

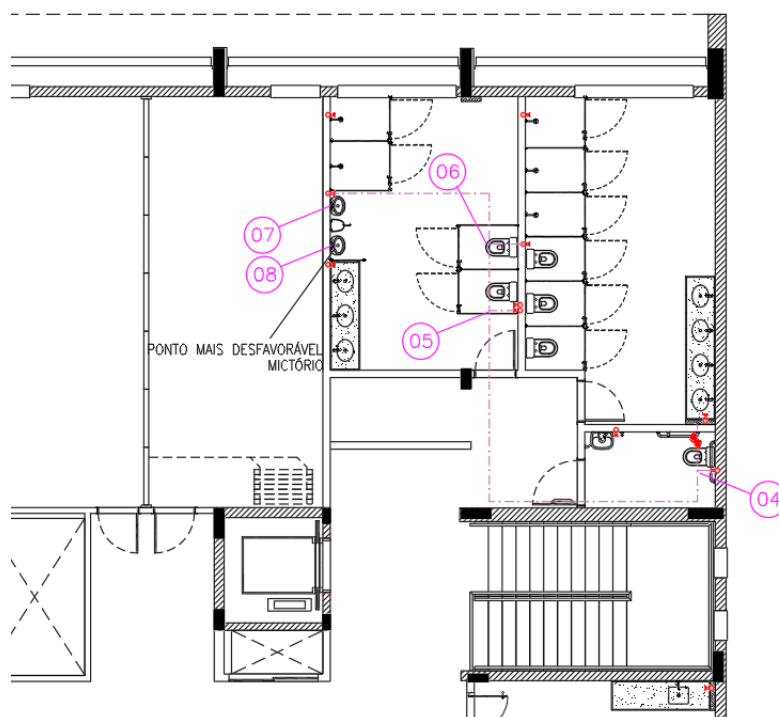


Figura 6 – Trecho planta pavimento superior

A Figura 5 e a Figura 6 mostram a planta baixa do pavimento superior e um esquema com a interligação dos prédios C00 e B10, com a informação dos trechos contemplados no cálculo das pressões disponíveis. O ponto mais desfavorável considerado no cálculo é o mictório localizado no ambiente SANIT. MASC. O trecho 1-2 é o trecho compreendido entre a saída de água do reservatório e o barrilete (prédio B10) e o trecho 2-3 é o trecho compreendido entre os dois prédios (C00 e B10).

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;


Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			OUTUBRO/2020	18

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno			desce (+) sobe(-)	(14)+10x(7)	tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
			(9) x (6)	(10) x (6)							(11) + (12)	(8) - (13)		
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	kPa	(9) x (6)	(10) x (6)	(11) + (12)	kPa
1-2	22,40	1,42	40,00	35,20	1,46	0,72	14,75	147,50	18,00	16,30	13,02	11,79	24,81	122,69
2-3	5,70	0,72	40,00	35,20	0,74	0,22	-1,70	105,69	45,00	20,10	9,83	4,39	14,22	91,47
3-4	2,40	0,46	32,00	27,80	0,77	0,31	-4,10	50,47	5,10	2,60	1,60	0,82	2,42	48,05
4-5	2,10	0,43	32,00	27,80	0,72	0,28	0,00	48,05	9,00	3,90	2,52	1,09	3,61	44,44
5-6	1,50	0,37	32,00	27,80	0,61	0,21	0,00	44,44	1,40	0,90	0,29	0,19	0,48	43,96
6-7	0,60	0,23	25,00	21,60	0,63	0,31	2,60	69,96	6,90	4,50	2,14	1,39	3,53	66,43
7-8	0,30	0,16	25,00	21,60	0,45	0,17	0,00	66,43	1,00	1,20	0,17	0,20	0,37	66,06

Tabela 3 - Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da edificação = 40mm;
- Pressão dinâmica mínima para funcionamento do mictório conforme norma = 1 mca;
- $\Sigma P = 5,7 \rightarrow Q = 0,72$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos da edificação conforme planilha acima;
- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 7 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{máx} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 7 m³/h no hidrômetro, com vazão de 0,72 l/s, temos $\Delta h = 1,37$ mca.

Conforme planilha, a pressão disponível residual no ponto mais desfavorável, válvula de descarga localizada no ambiente SANIT. MASC., é de 66,06 KPa, o que significa 6,60 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 1,37$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 5,23 mca, atendendo aos requisitos da Norma.

2.7.3 ATENDIMENTO PARA OSMOSE REVERSA E CHUVEIROS DE EMERGÊNCIA (ÁGUA POTÁVEL) – PRESSURIZADOR

Como já citado anteriormente, os pressurizadores especificados devem atender as pressões e vazões exigidas pelos equipamentos interligados à sua rede. Para o seu dimensionamento foram seguidas as seguintes premissas:

- Vazão de 93,5 l / min = 5,6 m³/h, considerando 2 pontos funcionando simultaneamente, chuveiro de emergência e ponto de abastecimento da osmose reversa, com pressão máxima na rede de 3,0 Kgf/cm²;
- O pressurizador deverá ter como característica a manutenção da pressão nas tubulações, com valores pré-determinados ajustados no set point do aparelho;
- A vazão de alimentação para o equipamento de Osmose Reversa será de 1.112 l / hora, visto que o mesmo consegue tratar 18% do volume de água que recebe (informação do fabricante). Com isso, para que sejam gerados 200 l / h de água purificada, temos que ter uma vazão de alimentação de 18,5 l / min e consequentemente será gerada uma vazão de rejeito de 15,2 l / min.

Desta forma, o pressurizador será calibrado para ter suas partidas quando a pressão no sistema chegar em níveis abaixo dos recomendados para os equipamentos que ele alimenta (osmose reversa e chuveiros de emergência). Isso acontecerá quando os pontos hidráulicos forem sendo utilizados e consequentemente a pressão na rede diminuir. O aparelho liga e reestabelece a pressão, garantindo os níveis desejados.

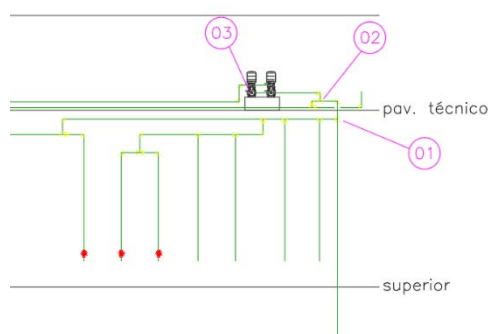


Figura 7 - Trecho de sucção (PRESSURIZADOR)

Trecho 1-2 de sucção:

Vazão considerada = 5,6 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 63 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0118.

- Comprimento real da tubulação = 2,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:


1 registro de gaveta - 1 x 0,40 = 0,40 m

1 joelho de 90° - 1 x 3,40 = 3,40 m

1 tê de saída lateral - 1 x 7,60 = 7,60 m

Total comprimento equivalente - 11,40 m

Comprimento total = 2,00 + 11,40 = 13,40 m

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			OUTUBRO/2020	20

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J + Lt$$

$$H_{f.suc} = 0,0118 \times 13,40 = 0,16 \text{ m}$$

Para a altura estática de sucção, considerar o ponto 4, na Figura 2 e o trecho 3-4 na Tabela 2, onde o valor de pressão disponível é igual a 4,56 mca. Considerando o desnível entre os pontos 1 e 2 da Figura 7, igual a 1,2 m, teremos, a princípio, uma altura estática igual a $4,56 - 1,2 = 3,36$ mca. Além disso, devemos considerar a perda de carga no hidrômetro na entrada da edificação, de 2,46 mca. Portanto, temos uma altura estática de sucção igual a 0,9 mca.

Este resultado deverá ser negativo no cálculo adiante.

$$H_{man. suc.} = H_{est. suc.} + H_{f. suc.}$$

$$H_{man. suc.} = -0,90 + 0,36 = -0,54 \text{ mca}$$

Trecho 2-3 de sucção:

Vazão considerada = $5,6 \text{ m}^3/\text{h}$;

Diâmetro na tubulação de sucção = 50 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0296.

- Comprimento real da tubulação = 8,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

$$1 \text{ registro de gaveta} - 1 \times 0,30 = 0,30 \text{ m}$$

$$5 \text{ joelhos de } 90^\circ - 5 \times 3,20 = 16,00 \text{ m}$$

$$1 \text{ tê de passagem direta} - 1 \times 2,20 = 2,20 \text{ m}$$

$$\text{Total comprimento equivalente} - 18,50 \text{ m}$$

$$\text{Comprimento total} = 8,00 + 18,50 = 26,50 \text{ m}$$

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J + Lt$$

$$H_{f.suc} = 0,0296 \times 26,50 = 0,78 \text{ m}$$

$$H_{man. suc.} = H_{est. suc.} + H_{f. suc.}$$

$$H_{man. suc.} = 0 + 0,78 = 0,78 \text{ mca}$$

Altura manométrica total de sucção = $-0,54 + 0,78 = 0,24 \text{ mca}$.

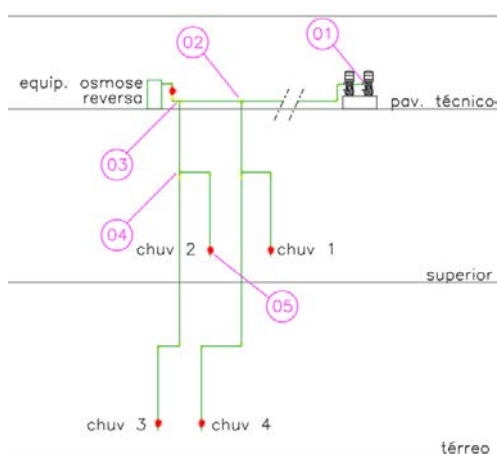


Figura 8 - Trecho de recalque (PRESSURIZADOR)

Para efeito de cálculo, vamos considerar o chuveiro que está no pavimento superior e mais distante do pressurizador.

Trecho 1-2 de recalque:

Vazão considerada = $5,6 \text{ m}^3/\text{h}$;

Diâmetro na tubulação de sucção = 40 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0853.

- Comprimento real da tubulação = 23,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 registro de gaveta - $1 \times 0,20 = 0,20 \text{ m}$

3 joelhos de 90° - $3 \times 2,00 = 6,00 \text{ m}$

2 têes de passagem direta - $2 \times 1,50 = 3,00 \text{ m}$

Total comprimento equivalente - 9,20 m

Comprimento total = $23,00 + 9,20 = 32,20 \text{ m}$

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J + L_t$$

$$H_{f.suc} = 0,0853 \times 32,20 = 2,75 \text{ m}$$

$$H_{man. rec.} = H_{est. rec.} + H_{f. rec.}$$

$$H_{man. rec.} = 0 + 2,75 = 2,75 \text{ mca}$$

Trecho 2-3 de recalque:

Vazão considerada = 5,6 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 40 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0853.

- Comprimento real da tubulação = 25,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 joelho de 90° - 1 x 2,00 = 2,00 m

1 tê de passagem direta - 1 x 1,50 = 1,50 m

Total comprimento equivalente - 3,50 m

Comprimento total = 25,00 + 3,50 = 28,50 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J + Lt$$

$$H_{f.suc} = 0,0853 \times 28,50 = 2,43 \text{ m}$$

$$H_{man. rec.} = H_{est. rec.} + H_{f. rec.}$$

$$H_{man. rec.} = 0 + 2,43 = 2,43 \text{ mca}$$

Trecho 3-4 de recalque:

Vazão considerada = 5,6 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 40 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0853.

- Comprimento real da tubulação = 2,50 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 joelho de 90° - 1 x 2,00 = 2,00 m

1 tê de passagem direta - 1 x 1,50 = 1,50 m

Total comprimento equivalente - 3,50 m

Comprimento total = 2,50 + 3,50 = 6,00 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J + Lt$$

$$H_{f.suc} = 0,0853 \times 6,00 = 0,51 \text{ m}$$

$$H_{\text{man. rec.}} = H_{\text{est. rec.}} + H_{\text{f. rec.}}$$

$$H_{\text{man. rec.}} = -1,60 + 0,51 = -1,09 \text{ mca}$$

Trecho 4-5 de recalque:

Vazão considerada = 4,5 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 32 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,1776.

- Comprimento real da tubulação = 2,50 metros;
- Comprimentos equivalentes:

$$1 \text{ registro de gaveta} - 1 \times 0,20 = 0,20 \text{ m}$$

$$4 \text{ joelhos de } 90^\circ - 4 \times 1,50 = 6,00 \text{ m}$$

$$\text{Total comprimento equivalente} - 6,20 \text{ m}$$

$$\text{Comprimento total} = 2,50 + 6,20 = 8,70 \text{ m}$$

- Perda de carga no trecho

$$H_{\text{f. suc}} = J + L_t$$

$$H_{\text{f. suc}} = 0,1776 \times 8,70 = 1,55 \text{ m}$$

$$H_{\text{man. rec.}} = H_{\text{est. rec.}} + H_{\text{f. rec.}}$$

$$H_{\text{man. rec.}} = -0,20 + 1,55 = 1,35 \text{ mca}$$

$$\text{Altura manométrica total de recalque} = 2,75 + 2,43 - 1,09 + 1,35 = 5,44 \text{ mca.}$$

Altura manométrica total = Altura manométrica total de recalque + Altura manométrica total de sucção
= 5,44 + 0,24 = 5,68 mca.

Os chuveiros pedem, para ótimo funcionamento, uma pressão de 30 mca. Logo a altura manométrica será igual a 5,68 + 30,00 = 35,68 mca.

Para isso, especificamos um pressurizador dotado de tanque de pressão com diafragma interno de borracha cloro butilo, modelo VFD BC-92T-1C3, Fab. SCHNEIDER com as seguintes características:

Vazão = 8,5 m³/h, altura manométrica total = 36 mca, potência = 3cv.

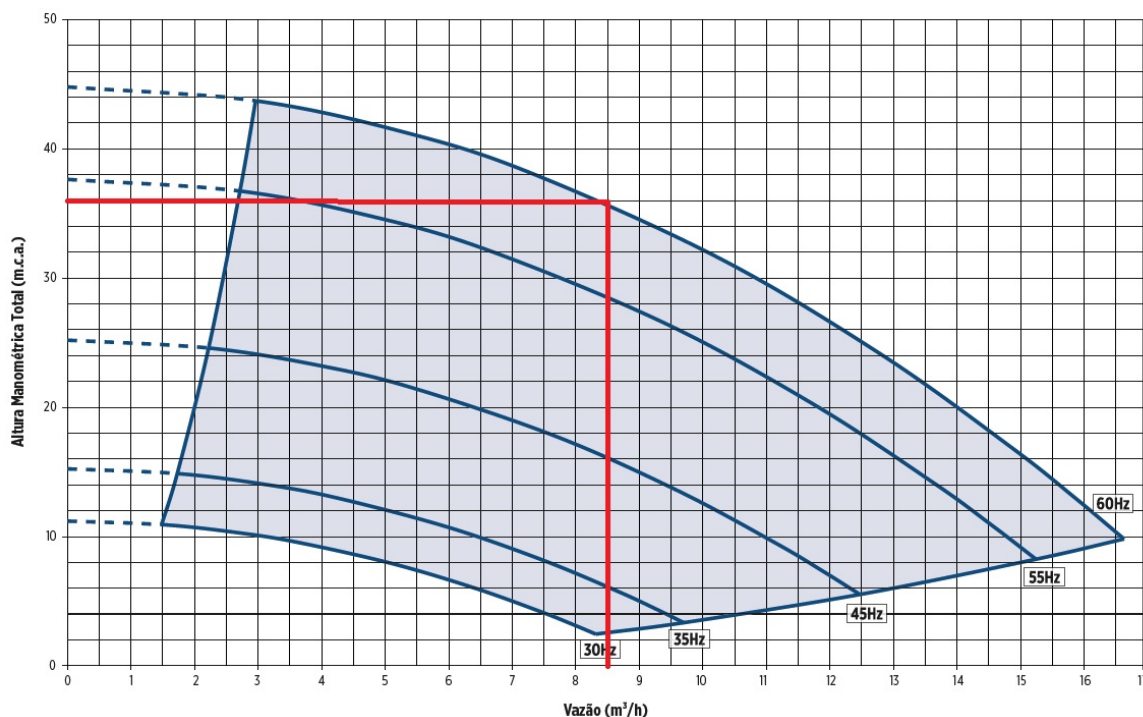


Figura 9 – Curva Pressurizador VFD BC-92T-1C3

2.7.4 ATENDIMENTO PARA EQUIPAMENTOS (ÁGUA PURIFICADA)

- Vazão máxima de 37 l / min = 2,2 m³/h, considerando método do consumo máximo provável, com peso hidráulico igual a 0,7 para cada ponto que abastece estes equipamentos;
- Pressão máxima na rede de 2,0 Kgf/cm²;
- O pressurizador deverá ter como característica a manutenção da pressão nas tubulações, com valores pré-determinados ajustados no set point do aparelho.

Na rede de abastecimento de água purificada, temos vazões bem menores e pressão menor do que na rede pressurizada de água potável. Vamos especificar um pressurizador que também mantenha o equilíbrio da pressão na rede, sendo ligado através de pressostato e desligado através de fluxostato. Este aparelho também será ajustado para os níveis de pressão desejados para o perfeito funcionamento dos equipamentos.

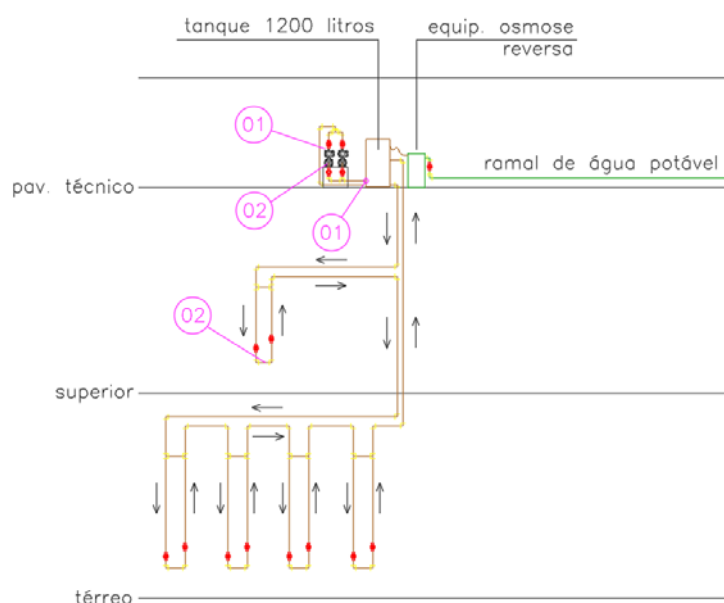


Figura 10 - Trecho de sucção e recalque (PRESSURIZADOR – SISTEMA DE ÁGUA PURIFICADA)

Trecho 1-2 de sucção:

Vazão considerada = $2,2 \text{ m}^3/\text{h}$;

Diâmetro na tubulação de sucção = 32 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0521.

- Comprimento real da tubulação = 2,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 registro de gaveta - $1 \times 0,20 = 0,20 \text{ m}$

2 joelhos de 90° - $2 \times 1,50 = 3,00 \text{ m}$

1 tê de passagem direta - $1 \times 0,90 = 0,90 \text{ m}$

Total comprimento equivalente - $4,10 \text{ m}$

Comprimento total $= 2,00 + 4,10 = 6,10 \text{ m}$

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J + Lt$$

$$H_{f.suc} = 0,0521 \times 6,10 = 0,32 \text{ m}$$

$$H_{man. suc.} = H_{est. suc.} + H_{f. suc.}$$

$$H_{man. suc.} = 0 + 0,32 = 0,32 \text{ mca}$$

Altura manométrica total de sucção = 0,32 mca

Para o cálculo do trecho de recalque, consideramos o trecho até o ponto hidráulico mais desfavorável, que na lavadora de vidrarias localizada no pavimento superior, ambiente LAVAGEM/EXPURGO.

Trecho 1-2 de recalque:

Vazão considerada = 2,2 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 32 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0521.

- Comprimento real da tubulação = 30,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

2 registros de gaveta - $2 \times 0,20 = 0,40$ m

12 joelhos de 90° - $12 \times 1,50 = 18,00$ m

2 têes de passagem direta - $2 \times 0,90 = 1,80$ m

1 tê de saída lateral - $1 \times 3,1 = 3,10$ m

Total comprimento equivalente - 23,30 m

Comprimento total = $30,00 + 23,30 = 53,30$ m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.rec} = J + Lt$$

$$H_{f.rec} = 0,0521 \times 53,30 = 2,78 \text{ m}$$

$$H_{man.rec.} = H_{est.rec.} + H_{f.rec.}$$

$$H_{man.rec.} = -3,10 + 2,78 = -0,32 \text{ mca}$$

Altura manométrica total de recalque = -0,32 mca

**Altura manométrica total = Altura manométrica total de recalque + Altura manométrica total de sucção
= 0,32 - 0,32 = 0 mca.**

A lavadora de vidrarias pede, para ótimo funcionamento, uma pressão de 20 mca. Logo a altura manométrica será igual a $0 + 20,00 = 20,00$ mca.

Para isso, especificamos um pressurizador com pressostato integrado, modelo SP-22C, Fab. SCHNEIDER com as seguintes características:

Vazão = 2,1 m³/h, altura manométrica total = 24,5 mca, potência = 1cv.

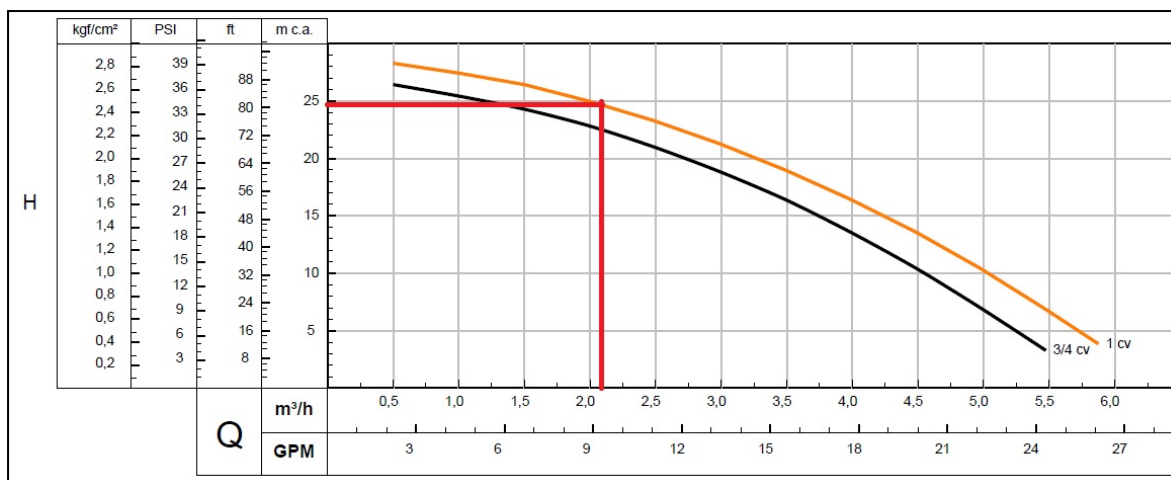


Figura 11 – Curva Pressurizador SP-22C

Fortaleza, 13 de outubro de 2020.

Allisson dos Santos Cordeiro

Allisson dos Santos Cordeiro
Responsável Técnico



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



CONTRATAÇÃO DE OBRA DE REFORMA DE EDIFICAÇÃO
EXISTENTE VISANDO A IMPLANTAÇÃO DO BLOCO DE ENSINO
E PESQUISA DA FIOCRUZ RONDÔNIA EM PORTO VELHO/RO.

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

PROJETO EXECUTIVO

HIDRÁULICA

NOVEMBRO/2020

CONTRATO RDC ELETRÔNICO N.º 31/2019-COGIC
PROCESSO: 25389.000189/2017-19

MEMORIAL: 30000393-03-OS5-G00-HID-MC-0001-R02



CONTRATO N.º 31/2019 -
FIOCRUZ RONDÔNIA


MEMORIAL
PROJETO EXECUTIVO
HIDRÁULICA

Mês Ref.
NOVEMBRO/2020

Pág.
2

CONTROLE DE REVISÃO

REV.	DESCRIÇÃO	ELABORADO		APROVADO	
R00	EMIÇÃO INICIAL	WAGNER	SETEMBRO 2020	ALLISSON	SETEMBRO 2020
R01	MODIFICAÇÕES CONFORME ATUALIZAÇÕES DE ARQUITETURA	WAGNER	NOVEMBRO 2020	ALLISSON	NOVEMBRO 2020
R02	REVISÃO	WAGNER	NOVEMBRO 2020	ALLISSON	NOVEMBRO 2020

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	3

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	4
1 INTRODUÇÃO	5
1.1 EMPREENDIMENTO	5
1.2 FASEAMENTO	5
1.3 OBJETIVO	6
2 HIDRÁULICA.....	7
2.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	7
2.2 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS	8
2.3 LITERATURA ADOTADA.....	8
2.4 DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA DO CAMPUS.....	8
2.5 VOLUMES DE CONSUMO	10
2.5.1 ÁGUA POTÁVEL.....	10
2.5.2 ÁGUA DE REUSO	10
2.6 VOLUMES DOS RESERVATÓRIOS	11
2.7 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	12
2.8 MEMÓRIA DE CÁLCULO	13
2.8.1 CÁLCULO DA PRESSÃO DISPONÍVEL NAS TUBULAÇÕES (CAIXAS LOCALIZADAS NOS PASSEIOS) 15	
2.8.2 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA DA BOMBA DO POÇO PROFUNDO	44
2.8.3 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA DA BOMBA DE RECALQUE DA CISTERNA DE REUSO 47	
2.8.4 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA – ATENDIMENTO DO CHUVEIRO DE EMERGÊNCIA DO BLOCO B09 (ETE)	49
2.8.5 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA – ATENDIMENTO DO CHUVEIRO DE EMERGÊNCIA DO BLOCO B10 (ETA) E DO CHUVEIRO DE EMERGÊNCIA DO BLOCO B13 (DEP. INFLAMÁVEIS)	51
2.8.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	54

APRESENTAÇÃO

A ARCHITECTUS vem por meio deste documento justificar tecnicamente as soluções adotadas na fase de Projeto Executivo de Hidráulica.

É importante que este documento seja visto em conjunto com os projetos apresentados para o perfeito entendimento de ambos.

Elementos Contratuais

Contrato de Serviços de Arquitetura e Engenharia nº 31/2019
Processo nº 25389.000189/2017-19
RDC Eletrônico nº 08/2019-COGIC
Data de Assinatura do Contrato 12.08.2019
Data da Ordem de Serviço 16.09.2019
Prazo de Execução dos Serviços 540 (quinhentos e quarenta) dias
Endereço do Empreendimento BR-364, Km 5,5 – Porto Velho - RO

Equipe Técnica

Alexandre Lacerda Landim	Coordenador Geral
Bruno Lobo e Souza	Apoio Coordenação
Antônio Elton Timbó Farias	Projeto de Arquitetura
Antônio Américo Farias Lima	Engenharia – Estrutura
Felipe Barreto Costa	Engenharia – Elétrica
Allisson dos Santos Cordeiro	Engenharia – Hidrossanitário / Drenagem / Gases Especiais
Allisson dos Santos Cordeiro	Engenharia – Tratamento de Efluentes
Salim Lamha Neto	Engenharia – VAC
Eduardo Luiz de Brito Neve	Engenharia – VAC
Newton Ricardo Belchior Maranhão	Engenharia – VAC
Felipe Barreto Costa	Engenharia – Telecomunicações
Raphael de Melo Leite	Engenharia – Automação
Antônio Américo Farias Lima	Engenharia – Prev. Comb. Incêndio
Ricardo Saboia Barbosa	Arquitetura – Esquadrias
Antônio Elton Timbó Farias	Arquitetura – Sustentabilidade

1 INTRODUÇÃO

1.1 EMPREENDIMENTO

O Campus da Fiocruz será localizado em Porto Velho – RO e é composto por três empreendimentos (A, B e C), com previsão de futura expansão (D), conforme tabela abaixo:

CAMPUS FIOCRUZ RONDÔNIA		
EMPREENDIMENTO	Nº DO PRÉDIO	NOME DO PRÉDIO
A	-	Gestão e Ensino
	-	Eventos
	-	Auditório
	-	Subestação 3/Central Técnica
	-	Guarita 1
	-	Guarita 2
B	B01	Bloco de Laboratórios Fase A
	B02	Bloco de Laboratórios Fase B
	B03	Biotério
	B04	Apoio Técnico e Logístico
	B05	Central de Resíduos
	B06	Central de Água Gelada
	B07	Central de Gases
	B08	Subestação 1
	B09	ETE
	B10	ETA/Castelo d'água
	B11	Galinheiro
	B12	Cabine de Entrada
	B13	Depósito de Inflamáveis
	B14	Cisterna
	B15	Compostagem
C	C00	Ensino e Pesquisa
D (Expansão)	-	Laboratórios
	-	Curral de Lhamas


Tabela 1 - Empreendimentos do Campus Fiocruz-RO

1.2 FASEAMENTO

Por definição da CONTRATANTE, a execução de campus será feita em etapas (ver documento 30000393-03-OS4-G00-HID-RL-0001-R00). Dessa forma, o Prédio C00, será executado na Fase 01, e concentrará, inicialmente, todas as atividades do Campus.

Para dar suporte operacional ao Prédio C00, também serão construídas na Fase 01 as seguintes edificações:

- Empreendimento A: Guarita 01;


	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	6

- Empreendimento B: Central de Água Gelada (B06), Central de Gases (B07), Subestação (B08), ETE (B09), ETA/Castelo d'água (B10), Cabine de Entrada (B12) e Cisterna (B14).

Para fazer a interligação urbanística entre todos esses prédios serão também executadas na Fase 01 ruas internas com toda a infraestrutura necessária de interligação entre eles na implantação (G00).

1.3 OBJETIVO


Este documento tem por objetivo descrever e justificar tecnicamente as soluções adotadas na fase 01 de Projeto Executivo e complementar as informações constantes nos desenhos do Empreendimento C (C00 - Ensino e Pesquisa) e da sua implantação dentro do Campus.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	7

2 HIDRÁULICA

2.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

30000393-03-OS5-G00-GRL-CE-0001	CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES
30000393-03-OS5-B06-HID-DE-0001	PL. BAIXA PAV. TÉRREO / AMPLIAÇÃO E ISOMÉTRICO / DETALHES EXECUTIVOS
30000393-03-OS5-B09-HID-DE-0001	PL. BAIXA PAV. TÉRREO / AMPLIAÇÃO E ISOMÉTRICO / DETALHES EXECUTIVOS
30000393-03-OS5-B10-HID-DE-0001	PL. BAIXA PAV. TÉRREO / PL. FUROS DO PAV. TÉCNICO
30000393-03-OS5-B10-HID-DE-0002	PL. DE FUROS DOS RESERVATÓRIOS / DETALHES ISOMÉTRICOS
30000393-03-OS5-B10-HID-DE-0003	ELEVAÇÕES RESERVATÓRIO
30000393-03-OS5-B10-HID-DE-0004	ELEVAÇÃO E ISOMÉTRICO / DETALHES EXECUTIVOS
30000393-03-OS5-B10-HID-DE-0005	ISOMÉTRICOS / ELEVAÇÕES E DETALHES EXECUTIVOS
30000393-03-OS5-B14-HID-DE-0001	PL. BAIXA SUBSOLO / AMPLIAÇÃO E ISOMÉTRICO / DETALHES EXECUTIVOS
30000393-03-OS5-B14-HID-DE-0002	PL. DE FUROS
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0001	IMPLANTAÇÃO GERAL
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0002	IMPLANTAÇÃO FASE 1 – SETOR A1
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0003	IMPLANTAÇÃO FASE 1 – SETOR A2
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0004	IMPLANTAÇÃO FASE 1 – SETOR B1
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0005	IMPLANTAÇÃO FASE 1 – SETOR B2
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0006	IMPLANTAÇÃO FASE 1 – SETOR B3
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0007	IMPLANTAÇÃO FASE 1 – SETOR B4
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0008	IMPLANTAÇÃO FASE 1 – SETOR C2
30000393-03-OS5-G00-HID-DE-0009	DETALHES EXECUTIVOS

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	8

2.2 NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

- NBR 5626 – Instalação predial água fria;
- NBR 12216 – Projeto e execução de estação de tratamento de água para abastecimento público;
- NBR 15813-1 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria. Parte 1: Tubos de polipropileno copolímero random PP-R e PP-RCT – Requisitos;
- NBR 15813-2 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria. Parte 2: Conexões de polipropileno copolímero random PP-R e PP-RCT – Requisitos;
- NBR 15813-3 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria. Parte 3: Tubos e conexões de polipropileno copolímero random PP-R e PP-RCT - Montagem, instalação, armazenamento e manuseio.

2.3 LITERATURA ADOTADA

- Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais – Autor: Archibald Joseph Macintyre.

2.4 DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA DO CAMPUS

Definições:

- Água Bruta: água proveniente dos poços profundos;
- Água Potável: água bruta tratada após passagem pela estação de tratamento (ETA). Esta água potável alimentará os pontos hidráulicos das edificações;
- Água de Reuso: água proveniente da estação de tratamento de esgotos (ETE) que será utilizada para descarga de vasos sanitários, mictórios e na irrigação das áreas de paisagismo.

A alimentação de água do Campus será feita através de dois poços profundos. A recomendação é de que os poços profundos tenham vazão mínima de 10 m³/h. Para efeito dos cálculos hidráulicos, foram sugeridas as localizações para a execução, a cargo da Construtora, de 2 poços apresentados em planta. Foi estimada uma distância aproximada de 50 m entre os mesmos. Qualquer diferença do número de pontos de perfuração ou distância na execução dos poços, devido aos estudos geológicos específicos que determinam os pontos de perfuração, será analisado pela Gerenciadora.

A estação de tratamento de água (ETA), localizada no prédio B10 (ETA, Castelo d'água), fará o tratamento desta água bruta, de forma a atender os padrões de potabilidade exigidos.

Após passagem pela ETA, a água potável será bombeada para os reservatórios superiores e distribuída por gravidade para todas as edificações, com cada edificação tendo sua medição exclusiva. Foi previsto em projeto, um ramal exclusivo pressurizado a partir da ETA para alimentação das cisternas de água potável do Empreendimento "A".

Para a alimentação dos pontos hidráulicos de vasos sanitários e mictórios, a água de reuso será proveniente do esgoto tratado da ETE. Após o tratamento, ela será bombeada até a cisterna de reuso, localizada no prédio B14. Da cisterna de reuso, será recalcada até os reservatórios superiores e distribuída por gravidade para todas as edificações que possuam pontos de descarga desses aparelhos. Cada

edificação sua medição exclusiva. Numa eventual manutenção da ETE e necessidade de utilização de água de reuso, a cisterna de reuso será complementada pela água bruta de poço profundo.

Além disso, será prevista uma infraestrutura de tubulação para uma futura interligação com a rede de abastecimento da concessionária local.

O Campus será executado em seis fases (01, 02, 03, 04, 05 e 06), conforme Figura 1.

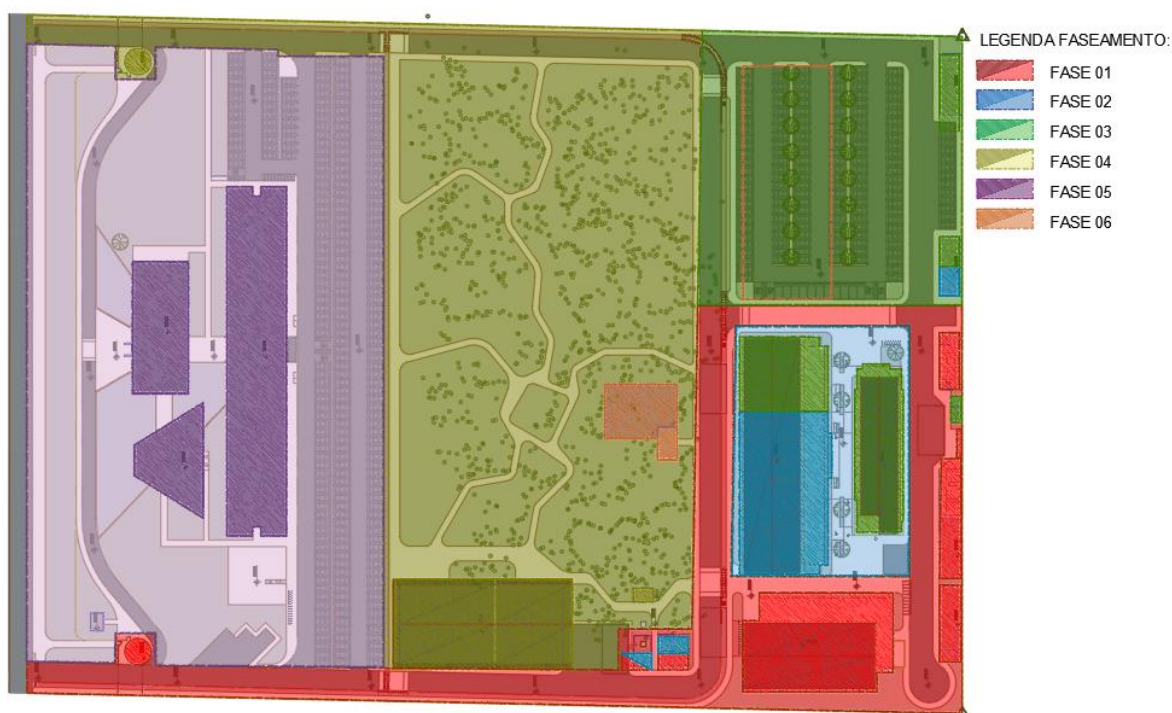


Figura 1 - Faseamento do Campus

FASE 01 – Construção das seguintes edificações: Ensino e Pesquisa, Central de Água Gelada (1ª Etapa), Central de Gases (1ª Etapa), Subestação, ETE, ETA / Castelo d'água, Cabine de Entrada, Cisterna e Guarita 1.

A rede hidráulica externa será executada seguindo a execução da infraestrutura, levando em consideração o faseamento das edificações, conforme descrito acima. Por conta da Fase A, que será executada na Fase 01 de execução do campus, abranger praticamente toda a área onde estão localizados os blocos do Empreendimento B, todas as tubulações enterradas que saem do Castelo D'água para alimentação das edificações principais e da Guarita 1 já serão executadas nessa fase. Estas tubulações seguirão até as respectivas edificações (ramais independentes), onde serão executadas nos passeios caixas de alvenaria com registros e hidrômetros, que serão as "esperas". Quando as edificações forem executadas nas fases seguintes, serão feitas as devidas interligações, a partir das "esperas", com as redes de água vindas do Castelo D'Água já executadas na Fase 01.

No caso da Guarita 2, do Curral de Lhamas e do Laboratório (Expansão), foram previstas caixas de passagem, onde a tubulação será fechada com caps para futura interligação.

2.5 VOLUMES DE CONSUMO

2.5.1 ÁGUA POTÁVEL

Conforme dados de população repassados pelo cliente, os volumes diários de consumo de água fria potável são mostrados na Tabela 2:

ESTIMATIVA DOS VOLUMES DIÁRIOS DE ÁGUA POTÁVEL			
EDIFICAÇÃO	POPULAÇÃO		CONSUMO DIÁRIO (Litros)
	FUNCIONÁRIOS	ALUNOS	
ENSINO E PESQUISA	46	151	12.150
LABORATÓRIOS	21	107	7.450
BIOTÉRIO	8	12	3.000
APOIO TÉCNICO E LOGÍSTICO	64	-	9.600
LABORATÓRIOS (FUTURA EXP.)	30	20	4.000
TOTAL DIÁRIO (Litros)			36.200

Tabela 2 - Consumo diário de Água Potável

A Tabela 2 mostra um volume de consumo total diário estimado de 36.200 litros. Este volume foi calculado conforme as premissas adotadas:

- No Biotério (B03), foram considerados 300 litros/dia por funcionário e 50 litros/dia por aluno;
- No Bloco de Laboratórios (B01 e B02) e no Ensino e Pesquisa (C00), foram considerados 100 litros/dia por funcionário e 50 litros/dia por aluno;
- No Apoio Técnico e Logístico (B04), foram considerados 150 litros/dia por funcionário;
- Para futura expansão, foram adotados 100 litros/dia por funcionário e 50 litros/dia por aluno.

2.5.2 ÁGUA DE REUSO

Conforme dados de população repassados pelo cliente, os volumes diários de consumo de água fria de reuso são mostrados na Tabela 3:

ESTIMATIVA DOS VOLUMES DIÁRIOS DE ÁGUA DE REUSO			
EDIFICAÇÃO	POPULAÇÃO		CONSUMO DIÁRIO (Litros)
	FUNCIONÁRIOS	ALUNOS	
ENSINO E PESQUISA	46	151	8.373
LABORATÓRIOS	21	107	5.440
BIOTÉRIO	8	12	850
APOIO TÉCNICO E LOGÍSTICO	64	-	2.720
IRRIGAÇÃO	-	-	11.982
LABORATÓRIOS (FUTURA EXP.)	30	20	2.125
TOTAL DIÁRIO (Litros)			31.490

Tabela 3 - Consumo diário de Água de Reuso

A Tabela 3 mostra um volume de consumo total diário estimado de 31.490 litros. Este volume foi calculado conforme as premissas adotadas:

- 5 usos / pessoa / dia para cada tipo de aparelho sanitário;
- 6 litros de água gastos em cada descarga de vaso sanitário e 2,5 litros em cada descarga de mictório;
- Estimativa de 1.997 m² de área de paisagismo a ser irrigada (conforme plano diretor de arquitetura). Esta área não contempla o paisagismo do Empreendimento "A", que terá o seu sistema de irrigação independente a partir dos seus reservatórios de Água de Reuso;
- Porto Velho possui alto índice de evapotranspiração (entre 100 mm e 120 mm por mês no verão, conforme Agência Nacional de Águas - ANA). Portanto, será adotado lâmina de água de 6 mm para cada m² de área irrigada.

2.6 VOLUMES DOS RESERVATÓRIOS

Foram adotadas as seguintes premissas:

- Mínimo de 2 dias de armazenamento (potável e reuso) para as edificações;
- Para volume de reuso de irrigação, foi considerado 1 dia de uso;
- 60% do volume calculado para reuso ficará armazenado no reservatório inferior e 40% no reservatório superior;
- A cisterna de reuso alimentará o reservatório superior de reuso e a demanda de irrigação;
- Os reservatórios superiores serão divididos em 2 células de igual volume para que seja possível a limpeza periódica dos mesmos sem interromper o abastecimento.

Portanto temos os seguintes volumes calculados:

Volume para 2 dias – potável = $36.200 \times 2 = 72.400$ litros;

Volume para 2 dias – reuso = $19.508 \times 2 = 39.016$ litros (edificações);

60% armazenado em cisterna de reuso = 23.410 litros;

40% armazenado em reservatório superior de reuso = 15.606 litros;

Adicionando o volume calculado para irrigação na cisterna de reuso → $15.606 + 11.982 = 27.588$ litros.

A

Tabela 4 mostra os volumes adotados nos reservatórios.

VOLUMES DOS RESERVATÓRIOS			
	VOLUMES ADOTADOS		VOLUMES CALCULADOS (LITROS)
	RESERVATÓRIOS SUPERIORES	RESERVATÓRIO INFERIOR	
CÉLULA DE ÁGUA DE REUSO	-	36.000	27.588
CÉLULA 1 DE ÁGUA POTÁVEL (LITROS)	37.000	-	72.400
CÉLULA 2 DE ÁGUA POTÁVEL (LITROS)	37.000	-	
CÉLULA 1 DE ÁGUA DE REUSO (LITROS)	10.000	-	15.606
CÉLULA 2 DE ÁGUA DE REUSO (LITROS)	10.000	-	

Tabela 4 – Volumes dos reservatórios

Estes volumes adotados já representam toda a demanda de água fria do Campus. O castelo d'água e a cisterna de reuso serão executados na Fase 1 de obras, já tendo a capacidade para armazenar toda a água necessária para o funcionamento de todas as edificações.

2.7 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

A rede de distribuição de água fria foi dimensionada atendendo as vazões de projeto estabelecidas nas literaturas de referência para todos os pontos de utilização, utilizando a somatória de pesos dos aparelhos. O abastecimento de água das edificações será feito por gravidade, onde a pressão estática, devido altura do castelo d'água não será superior a 25 mca, atendendo aos requisitos da NBR 5626. Da mesma forma, as pressões dinâmicas não serão inferiores a 1 mca (requisitos de Norma).

Os chuveiros de emergência exigem alta vazão e pressão compatíveis para um bom funcionamento. Eles têm ótimo funcionamento com pressão de 30 mca e vazão de 75 l/min (recomendação dos fabricantes). Para que esses requisitos de pressão e vazão sejam atendidos, projetamos nas redes de distribuição para esses equipamentos, pressurizadores que terão a função de manter estas redes com a pressão que atenda os níveis exigidos. São, portanto, ramais exclusivos para estas demandas.

Outra situação onde teremos pressões mais elevadas será nos sistemas de abastecimento, que também são pressurizados para atender os desníveis e as vazões dentro das demandas exigidas. Os poços profundos possuem rede com pressões acima de 30 mca para vencer as grandes profundidades e as bombas de recalque dos reservatórios possuem redes com pressões que podem chegar a 30 mca.

2.8 MEMÓRIA DE CÁLCULO

O dimensionamento do sistema de água fria está nas tabelas que se seguem, utilizando-se o método do consumo máximo provável, com o ábaco da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** para determinação dos diâmetros.

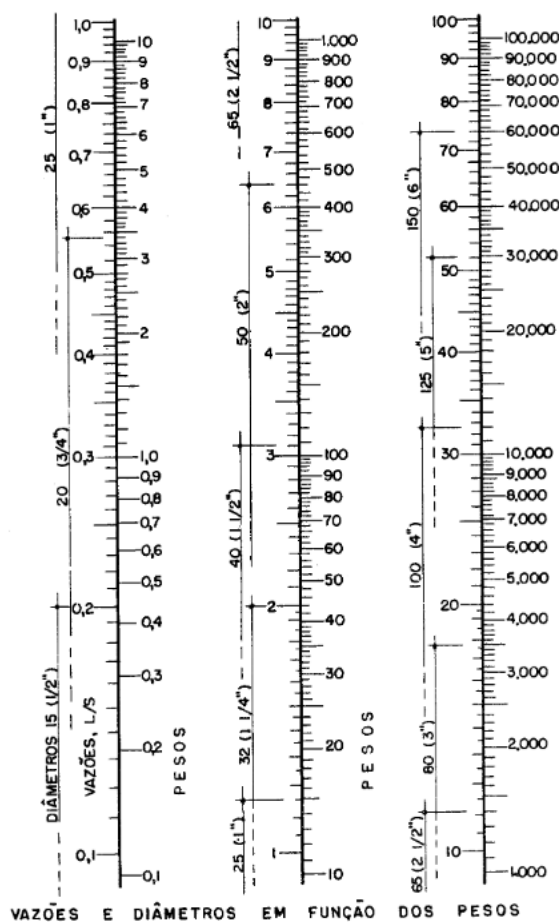



Figura 2 - Ábaco Vazões e Diâmetros

Fonte: Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais (Archibald Joseph Macintyre)

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	14

PRÉ DIM. DAS REDES EXTERNAS DE ÁGUA FRIA					
CÓDIGO EDIFICAÇÃO	NOME DA EDIFICAÇÃO	Σ(PESOS HIDRÁULICOS) - ÁGUA POTÁVEL	Ø COMERCIAL ADOTADO (mm)	Σ(PESOS HIDRÁULICOS) - ÁGUA DE REUSO	Ø COMERCIAL ADOTADO (mm)
C00	ENSINO E PESQUISA	189,2	75	5,7	40
B01	LABORATÓRIO FASE "A"	81,8	63	4,8	32
B02	LABORATÓRIO FASE "B"				
B03	BIOTÉRIO	55,2	63	1,5	25
B04	LOGÍSTICA + GUARITA 1	14,4	40	5,3	32
B05	CENTRAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	22,5	40	-	-
B06	CENTRAL DE ÁGUA GELADA	0,8	25	-	-
B08	SUBESTAÇÃO (SALA DE CLIMATIZAÇÃO)	0,4	25	-	-
B09	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	19,4	32	-	-
B10 / B13	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA / CASTELO D'ÁGUA / DEP INFLAMÁVEIS	35,5	32	-	-
B11	GALINHEIRO	0,7	25	-	-
B15	COMPOSTAGEM	0,4	25	-	-
-	GUARITA 2	1,2	25	0,3	25
-	EXPANSÃO FUTURA - CURRAL DE LHAMAS (PREVISÃO)	3	32	1,5	25
-	EXPANSÃO FUTURA - LABORATÓRIO (PREVISÃO)	120	63	3	32
TOTAIS		544,5	75	22,1	40

Tabela 5 – Pré-dimensionamento das redes de água potável e de reuso

A

Tabela 5 mostra o pré-dimensionamento adotado nas redes externas de água fria que chegam em cada edificação. Algumas edificações neste momento encontram-se em etapa de anteprojeto, podendo ainda sofrer alterações que possam vir a modificar o dimensionamento pontualmente em algum trecho próximo ao prédio.

2.8.1 CÁLCULO DA PRESSÃO DISPONÍVEL NAS TUBULAÇÕES (CAIXAS LOCALIZADAS NOS PASSEIOS)

2.8.1.1 PRÉDIO C00 (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

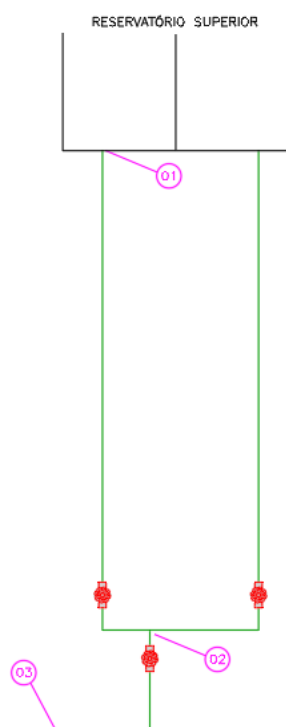


Figura 3 – Trechos considerados no dimensionamento

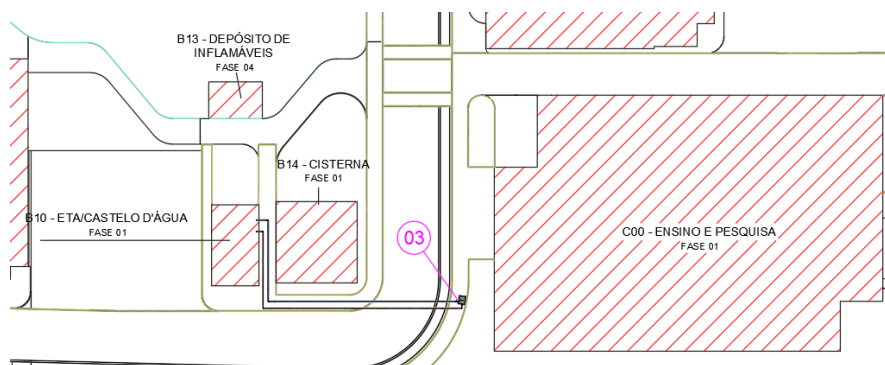



Figura 4 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco C00)

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	16

A Figura 3 e Figura 4 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Ensino e Pesquisa (COO) onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
		l/s	mm	mm			m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa
1-2	544,50	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99	24,12	123,38
2-3	189,20	4,13	75,00	66,60	1,19	0,23	2,20	145,38	34,00	23,20	7,70	5,25	12,95	132,43

Tabela 6 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 75mm;

- $\sum P = 189,2 \rightarrow Q = 4,13$ l/s, onde $\sum P$ = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 30 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m^3/h .

Considerando vazão máxima de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ no hidrômetro, com vazão de $4,13 \text{ l/s}$, temos $\Delta h = 2,46 \text{ mca}$.

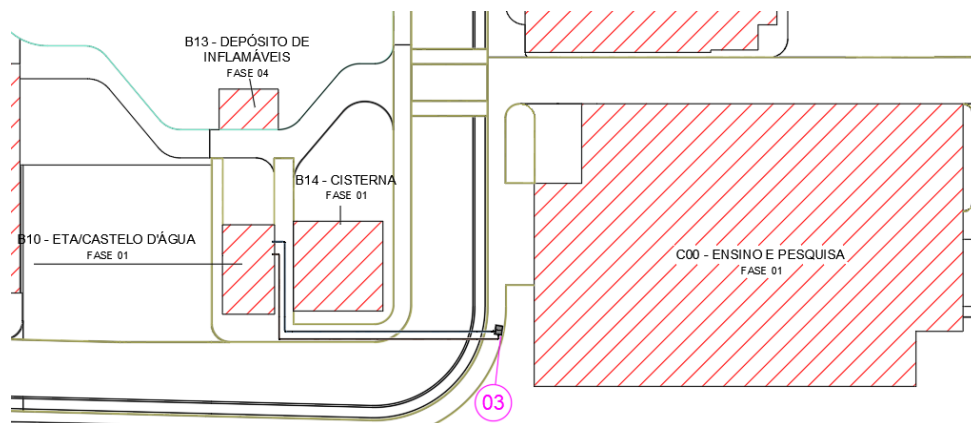
Conforme Tabela 6, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do bloco Ensino e Pesquisa (C00), é de $132,43 \text{ KPa}$, o que significa $13,24 \text{ mca}$. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 2,46 \text{ mca}$, temos uma pressão disponível no ponto igual a $10,78 \text{ mca}$.

2.8.1.2 PRÉDIO C00 (ÁGUA DE REUSO)

Esquema de referência – Ramal de água fria de reuso:



Figura 5 – Trechos considerados no dimensionamento




	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	18

Figura 6 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco C00)

A Figura 5 e Figura 6 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Ensino e Pesquisa (COO) onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
				(14)+10x(7)			(9) x (6)	(10) x (6)						(11) + (12)
				l/s			mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m	
1-2	22,40	1,42	40,00	35,20	1,46	0,72	14,75	147,50	18,00	16,30	13,02	11,79	24,81	122,69
2-3	5,70	0,72	40,00	35,20	0,74	0,22	2,20	144,69	37,00	12,60	8,08	2,75	10,83	133,85

Tabela 7 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 40mm;

- $\Sigma P = 5,7 \rightarrow Q = 0,72$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 7 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m^3/h .

Considerando vazão máxima de $7 \text{ m}^3/\text{h}$ no hidrômetro, com vazão de $0,72 \text{ l/s}$, temos $\Delta h = 1,37 \text{ mca}$.

Conforme Tabela 7, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do bloco Ensino e Pesquisa (C00), é de $133,85 \text{ KPa}$, o que significa $13,38 \text{ mca}$. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 1,37 \text{ mca}$, temos uma pressão disponível no ponto igual a $12,01 \text{ mca}$.

2.8.1.3 PRÉDIO B01/B02 (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

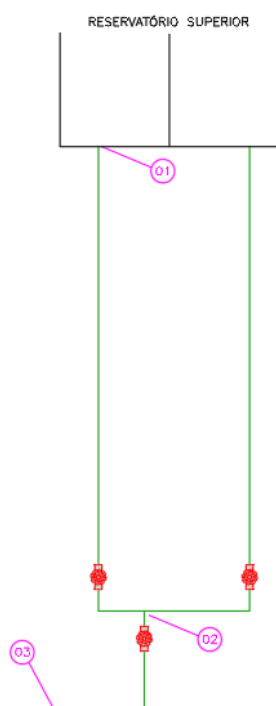
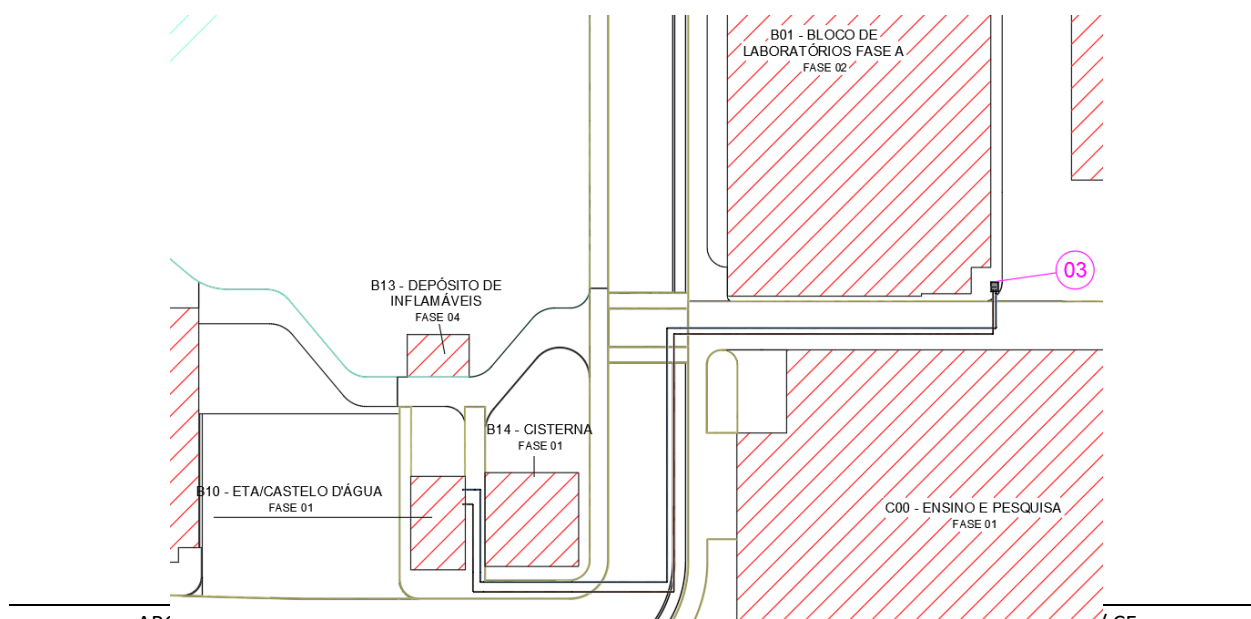


Figura 7 – Trechos considerados no dimensionamento




	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	20

Figura 8 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B01/B02)

A Figura 7 e Figura 8 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Laboratórios (B01/B02) onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
										(14)+10x(7)			(9) x (6)	(10) x (6)
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa	kPa	kPa
1-2	544,50	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99	24,12	123,38
2-3	81,80	2,71	75,00	66,60	0,78	0,11	2,20	145,38	98,00	30,60	10,65	3,33	13,98	131,41

Tabela 8 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 63mm;

- $\Sigma P = 81,8 \rightarrow Q = 2,71$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 20 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m^3/h .

Considerando vazão máxima de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ no hidrômetro, com vazão de $2,71 \text{ l/s}$, temos $\Delta h = 2,38 \text{ mca}$.

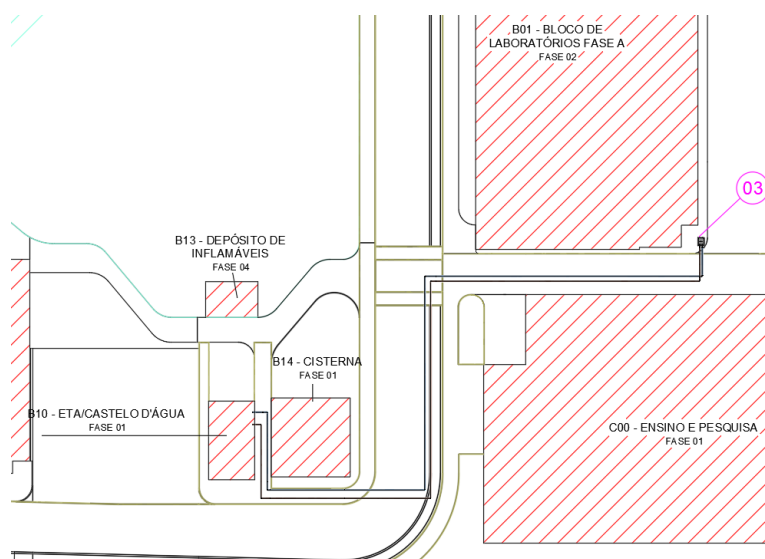
Conforme Tabela 8, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Laboratórios (B01/B02), é de $131,41 \text{ KPa}$, o que significa $13,14 \text{ mca}$. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 2,38 \text{ mca}$, temos uma pressão disponível no ponto igual a $10,76 \text{ mca}$.

2.8.1.4 PRÉDIO B01/B02 (ÁGUA DE REUSO)

Esquema de referência – Ramal de água fria reuso:



Figura 9 – Trechos considerados no dimensionamento




	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	22

Figura 10 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B01/B02)

A Figura 9 e Figura 10 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Laboratórios (B01/B02) onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)	
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total		
										(14)+10x(7)		(9) x (6)	(10) x (6)	(11) + (12)	(8) - (13)
		l/s	mm	mm			m/s	kPa/m	m	kPa	m	kPa	kPa	kPa	kPa
1-2	22,40	1,42	40,00	35,20	1,46	0,72	14,75	147,50	18,00	16,30	13,02	11,79	24,81	122,69	
2-3	4,80	0,66	40,00	35,20	0,68	0,19	2,20	144,69	98,00	12,60	18,42	2,37	20,78	123,90	

Tabela 9 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 32mm;

- $\Sigma P = 4,8 \rightarrow Q = 0,66$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 5 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{máx} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 5 m³/h no hidrômetro, com vazão de 0,66 l/s, temos $\Delta h = 2,26$ mca.

Conforme Tabela 9, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Laboratórios (B01/B02), é de 123,90 KPa, o que significa 12,39 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 2,26$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 10,13 mca.

2.8.1.5 PRÉDIO B03 (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

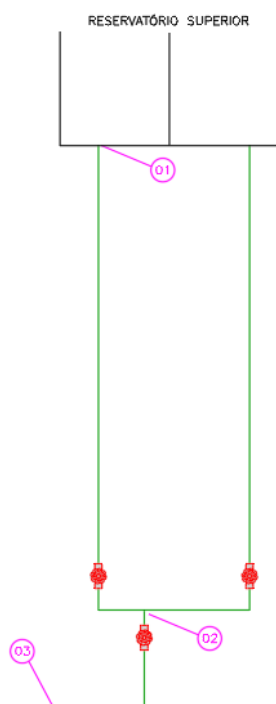


Figura 11 – Trechos considerados no dimensionamento

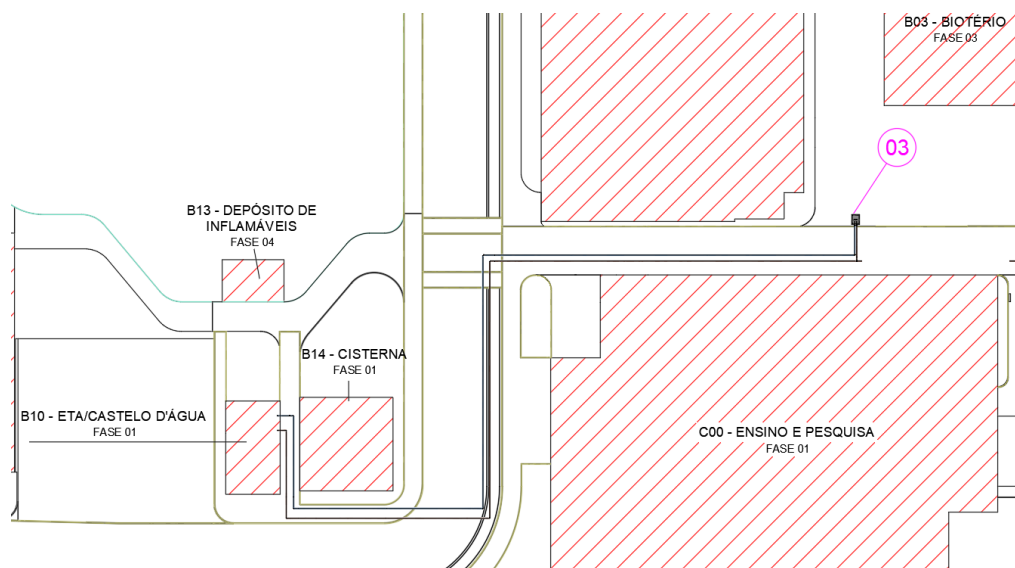



Figura 12 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B03)

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	24

A Figura 11 e Figura 12 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Biotério (B03) onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)		
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total			
										(14)+10x(7)			(9) x (6)	(10) x (6)	(11) + (12)	(8) - (13)
		l/s	mm	mm			m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa	kPa	kPa
1-2	544,50	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99	24,12	123,38		
2-3	55,20	2,23	75,00	66,60	0,64	0,08	2,20	145,38	103,00	30,60	7,93	2,36	10,29	135,09		

Tabela 10 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 63mm;

- $\Sigma P = 55,2 \rightarrow Q = 2,23$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 20 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{máx} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 20 m³/h no hidrômetro, com vazão de 2,23 l/s, temos $\Delta h = 1,61$ mca.

Conforme Tabela 10, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Biotério (B03), é de 135,09 KPa, o que significa 13,50 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 1,61$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 11,89 mca.

2.8.1.6 PRÉDIO B03 (ÁGUA DE REUSO)

Esquema de referência – Ramal de água fria reuso:



Figura 13 – Trechos considerados no dimensionamento

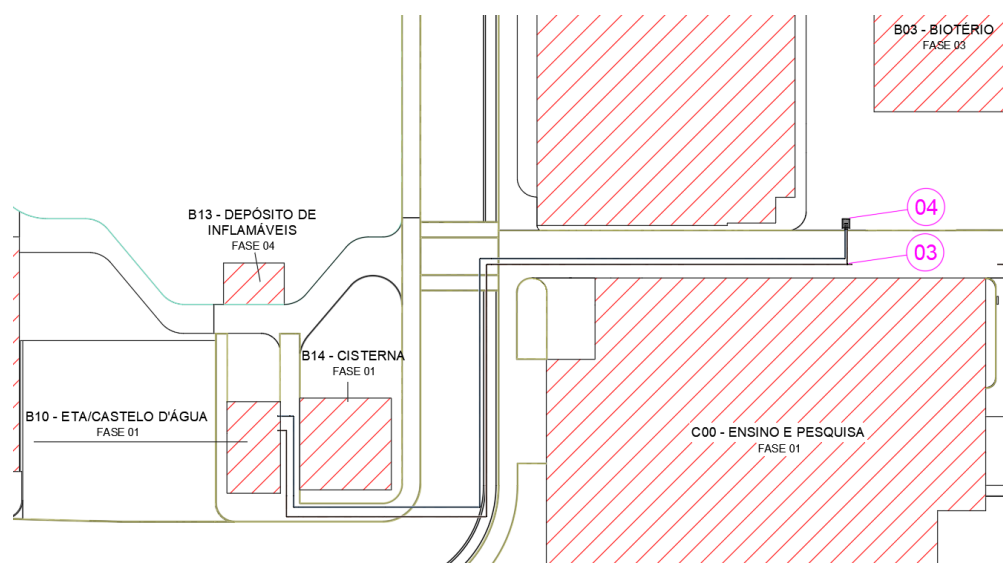



Figura 14 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B03)

A Figura 13 e Figura 14 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Biotério (B03) onde está o hidrômetro.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	26

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)		
			Ø nominal	Ø Interno			desce (+) sobe(-)	(14)+10x(7)	tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total			
		l/s	mm	mm							m/s	kPa/m	m	kPa	m	
		1-2	22,40	1,42			40,00	35,20	1,46	0,72	14,75	147,50	18,00	16,30	13,02	11,79
2-3	1,80	0,40	32,00	27,80	0,66	0,24	2,20	144,69	97,00	11,00	23,71	2,69	26,40	118,29		
3-4	1,50	0,37	25,00	21,60	1,00	0,69	0,00	118,29	5,00	3,50	3,45	2,42	5,87	112,42		

Tabela 11 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 25mm;

- $\Sigma P = 1,5 \rightarrow Q = 0,37$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 5 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{\max} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 5 m³/h no hidrômetro, com vazão de 0,37 l/s, temos $\Delta h = 0,71$ mca.

Conforme Tabela 11, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Biotério (B03), é de 112,42 KPa, o que significa 11,24 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 0,71$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 10,53 mca.

2.8.1.7 PRÉDIO B04 / GUARITA 01 (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

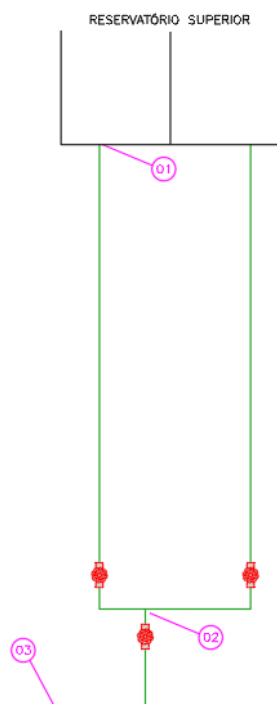


Figura 15 – Trechos considerados no dimensionamento

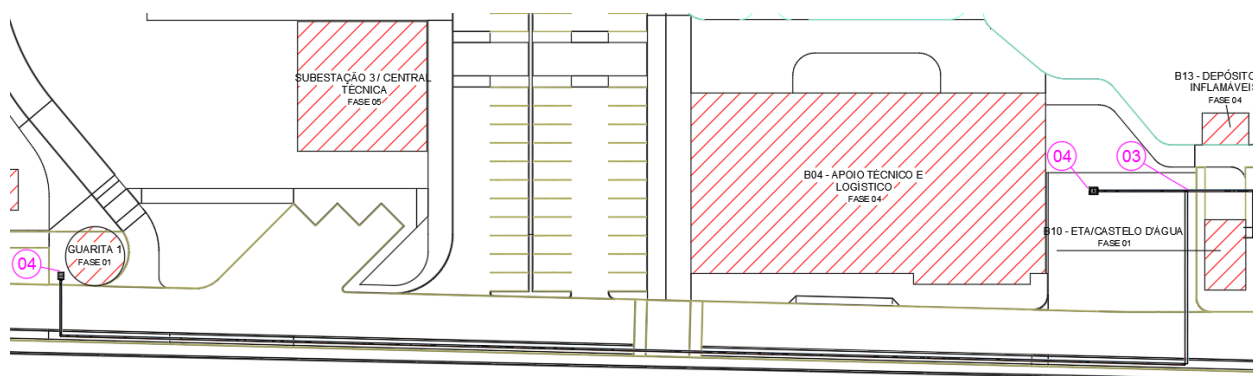


Figura 16 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B04 – Guarita 01)

A Figura 15 e Figura 16 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Apoio Logístico (B04) e Bloco Guarita 01, onde estão os respectivos hidrômetros.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)		
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação	registros/ conexões	total					
		l/s	mm	mm			m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa	kPa	kPa
		1-2	544,50	7,00			85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99
2-3	14,40	1,14	40,00	35,20	1,17	0,49	2,20	145,38	19,00	7,70	9,34	3,78	13,12	132,26		
3-4	13,60	1,11	40,00	35,20	1,14	0,47	0,00	132,26	14,00	4,40	6,54	2,06	8,60	123,66		

Tabela 12 – Pressão disponível nos trechos (Castelo - B04)

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa (B04) = 40mm;

- $\Sigma P = 13,6 \rightarrow Q = 1,11$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 10 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{\max} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 10 m³/h no hidrômetro, com vazão de 1,11 l/s, temos $\Delta h = 1,60$ mca.

Conforme Tabela 12, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Apoio Logístico (B04), é de 123,66 KPa, o que significa 12,36 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 1,60$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 10,76 mca.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa			(9) x (6)	(10) x (6)	(11) + (12)	(8) - (13)
1-2	544,50	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99	24,12	123,38
2-3	14,40	1,14	40,00	35,20	1,17	0,49	2,20	145,38	19,00	7,70	9,34	3,78	13,12	132,26
3-4	0,80	0,27	40,00	35,20	0,28	0,04	0,00	132,26	185,00	8,40	7,25	0,33	7,58	124,68

Tabela 13 – Pressão disponível nos trechos (Castelo – Guarita 01)

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa (Guarita 01) = 40mm;
- $\Sigma P = 0,80 \rightarrow Q = 0,27$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;
- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 5 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:


Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{máx} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 5 m³/h no hidrômetro, com vazão de 0,27 l/s, temos $\Delta h = 0,38$ mca.

Conforme Tabela 13, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Guarita 01, é de 124,68 KPa, o que significa 12,46 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 0,38$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 12,08 mca.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	31

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)	
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total		
		desce (+) sobe(-)	(14)+10x(7)												
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa	kPa	kPa	
1-2	22,40	1,42	40,00	35,20	1,46	0,72	14,75	147,50	18,00	16,30	13,02	11,79	24,81	122,69	
2-3	5,30	0,69	32,00	27,80	1,14	0,63	2,20	144,69	20,00	5,60	12,58	3,52	16,10	128,59	
3-4	5,00	0,67	32,00	27,80	1,11	0,60	0,00	128,59	14,00	3,40	8,37	2,03	10,40	118,19	

Tabela 14 – Pressão disponível nos trechos (Castelo - B04)

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa (B04) = 32mm;

- $\Sigma P = 5,00 \rightarrow Q = 0,67$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 5 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{\max} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 5 m³/h no hidrômetro, com vazão de 0,67 l/s, temos $\Delta h = 2,33$ mca.

Conforme Tabela 14, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Guarita 01, é de 118,19 KPa, o que significa 11,81 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 2,33$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 9,48 mca.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota desce (+) sobe (-)	pressão disponível (Estática) (14)+10x(7)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica) (8) - (13)
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
			l/s	mm	m/s	kPa/m	m	kPa			(9) x (6)	(10) x (6)	(11) + (12)	(8) - (13)
1-2	22,40	1,42	40,00	35,20	1,46	0,72	14,75	147,50	18,00	16,30	13,02	11,79	24,81	122,69
2-3	5,30	0,69	32,00	27,80	1,14	0,63	2,20	144,69	20,00	5,60	12,58	3,52	16,10	128,59
3-4	0,30	0,16	32,00	27,80	0,27	0,05	0,00	128,59	187,00	6,40	9,53	0,33	9,86	118,73

Tabela 15 – Pressão disponível nos trechos (Castelo – Guarita 01)

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa (Guarita 01) = 32mm;
- $\Sigma P = 0,30 \rightarrow Q = 0,16$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;
- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 5 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{máx} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 5 m³/h no hidrômetro, com vazão de 0,16 l/s, temos $\Delta h = 0,13$ mca.

Conforme Tabela 15, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Guarita 01, é de 118,73 KPa, o que significa 11,87 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 0,13$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 11,74 mca.

2.8.1.9 PRÉDIO B08 / SUBESTAÇÃO – PONTO DE TORNEIRA DE LAVAGEM (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

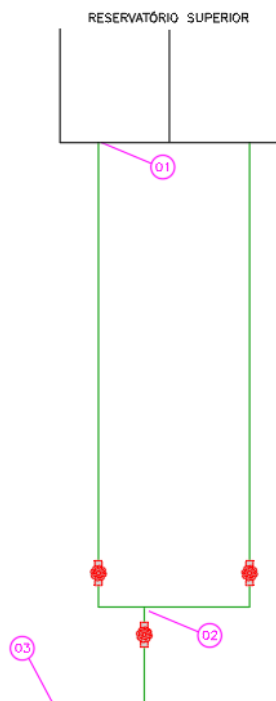


Figura 19 – Trechos considerados no dimensionamento

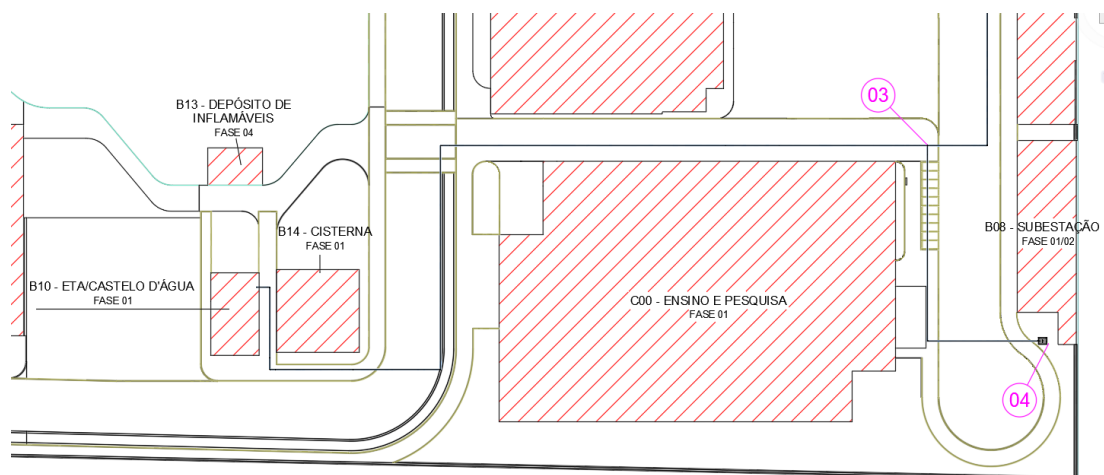


Figura 20 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B08)


A Figura 19 e

Figura 20 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Subestação (B08), onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	34

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno			desce (+) sobe(-)	(14)+10x(7)	tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
		l/s	mm	mm			m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa
1-2	544,50	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99	24,12	123,38
2-3	44,20	1,99	60,00	53,40	0,89	0,18	2,20	145,38	116,00	21,60	21,01	3,91	24,92	120,46
3-4	0,40	0,19	25,00	21,60	0,52	0,22	0,00	120,46	37,00	6,30	8,04	1,37	9,41	111,05

Tabela 16 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 25mm;
- $\Sigma P = 0,40 \rightarrow Q = 0,19$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;
- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 5 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{máx} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 5 m³/h no hidrômetro, com vazão de 0,19 l/s, temos $\Delta h = 0,19$ mca.

Conforme Tabela 16, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Subestação (B08), é de 111,05 KPa, o que significa 11,1 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 0,19$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 10,91 mca.

2.8.1.10 PRÉDIO B06 / CENTRAL DE ÁGUA GELADA (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

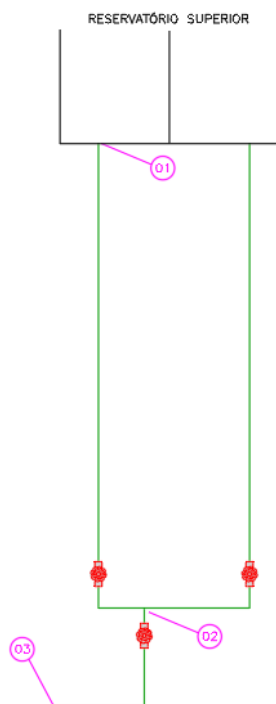


Figura 21 – Trechos considerados no dimensionamento

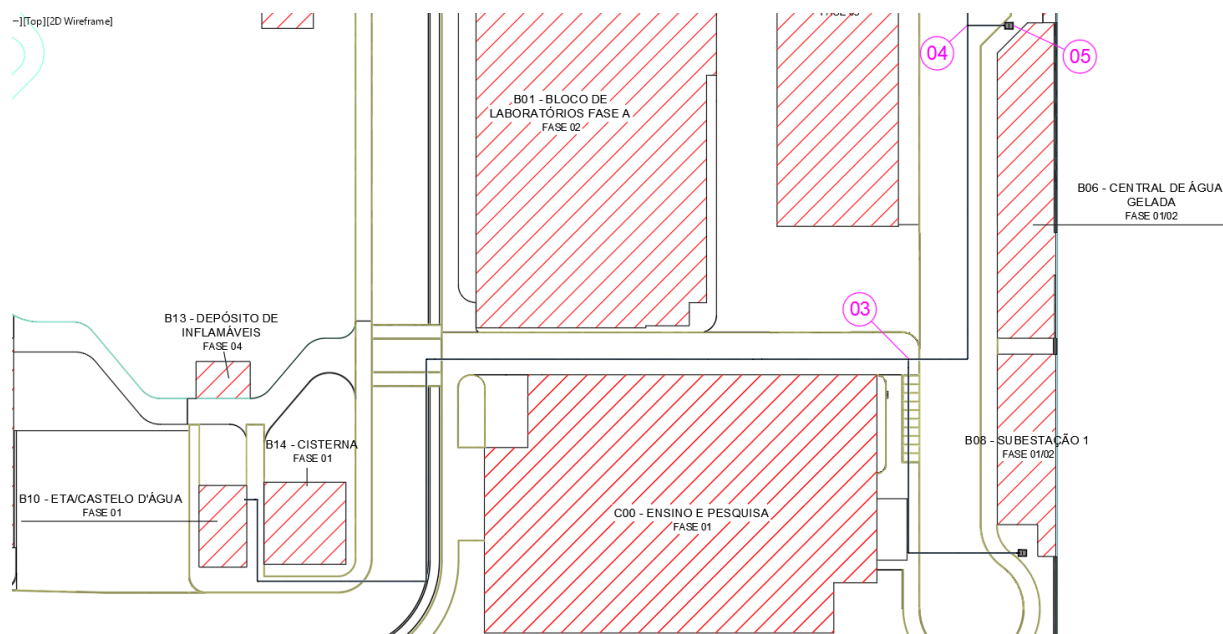



Figura 22 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B06)

A Figura 21 e Figura 22 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Subestação (B06), onde está o hidrômetro.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	36

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno			desce (+) sobe(-)	(14)+10x(7)	tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
		l/s	mm	mm							m/s	kPa/m	m	kPa
		1-2	544,50	7,00			85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15
2-3	44,20	1,99	60,00	53,40	0,89	0,18	2,20	145,38	116,00	21,60	21,01	3,91	24,92	120,46
3-4	43,80	1,99	50,00	44,00	1,31	0,45	0,00	120,46	46,00	10,50	20,73	4,73	25,46	95,00
4-5	0,80	0,27	32,00	27,80	0,44	0,12	0,00	95,00	6,00	3,40	0,72	0,41	1,13	93,87

Tabela 17 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 32mm;

- $\Sigma P = 0,80 \rightarrow Q = 0,27$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 5 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{máx} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 5 m³/h no hidrômetro, com vazão de 0,27 l/s, temos $\Delta h = 0,38$ mca.

Conforme Tabela 17, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Central de Água Gelada (B06), é de 93,87 KPa, o que significa 9,38 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 0,38$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 9,00 mca.

2.8.1.11 PRÉDIO B11 / GALINHEIRO (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

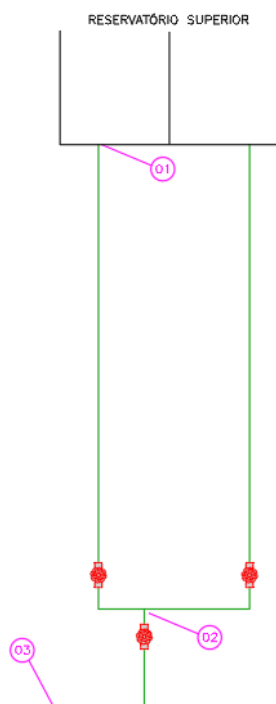


Figura 23 – Trechos considerados no dimensionamento

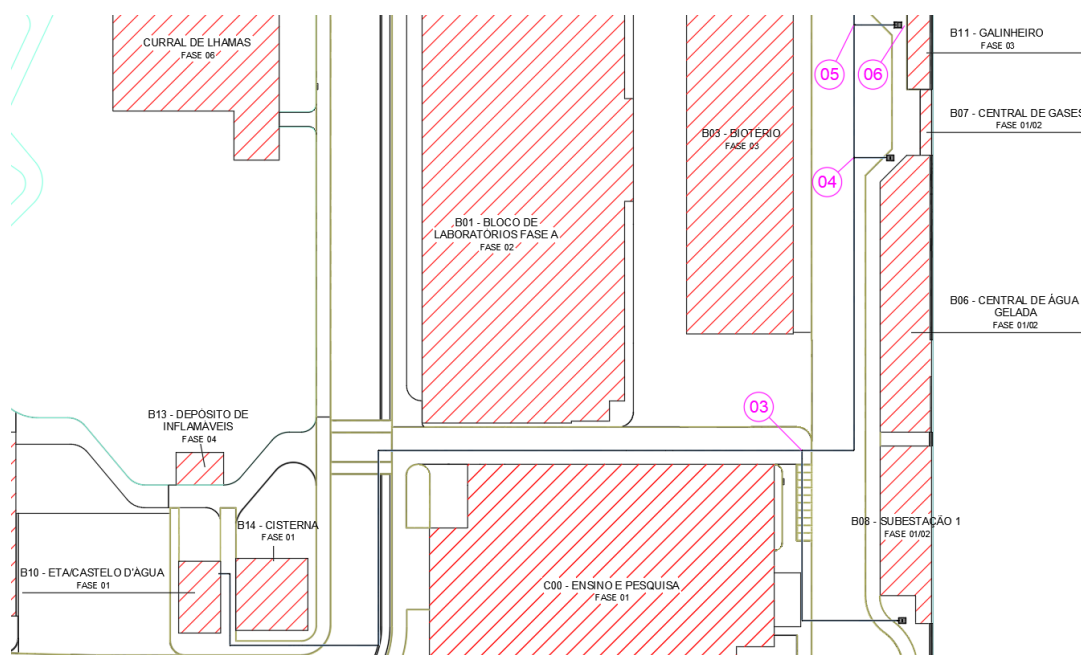



Figura 24 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B11)

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	38

A Figura 23 e Figura 24 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Galinheiro (B11), onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
				desce (+) sobe(-)			(14)+10x(7)			(9) x (6)	(10) x (6)	(11) + (12)	(8) - (13)	
		l/s	mm	mm			m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa
1-2	544,50	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99	24,12	123,38
2-3	44,20	1,99	60,00	53,40	0,89	0,18	2,20	145,38	116,00	21,60	21,01	3,91	24,92	120,46
3-4	43,80	1,99	50,00	44,00	1,31	0,45	0,00	120,46	46,00	10,50	20,73	4,73	25,46	95,00
4-5	43,00	1,97	50,00	44,00	1,29	0,44	0,00	95,00	18,00	2,20	7,98	0,98	8,96	86,04
5-6	0,70	0,25	25,00	21,60	0,68	0,35	0,00	86,04	6,00	2,70	2,13	0,96	3,09	82,96

Tabela 18 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 25mm;

- $\Sigma P = 0,70 \rightarrow Q = 0,25$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;

- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 5 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m^3/h .

Considerando vazão máxima de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ no hidrômetro, com vazão de $0,25 \text{ l/s}$, temos $\Delta h = 0,32 \text{ mca}$.

Conforme Tabela 18, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Galinheiro (B11), é de $82,96 \text{ KPa}$, o que significa $8,29 \text{ mca}$. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 0,32 \text{ mca}$, temos uma pressão disponível no ponto igual a $7,97 \text{ mca}$.

2.8.1.12 PRÉDIO B09 / ETE (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

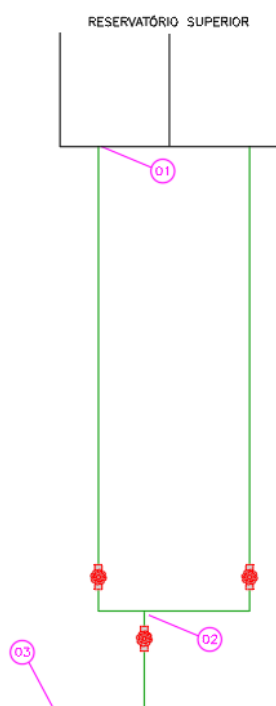


Figura 25 – Trechos considerados no dimensionamento

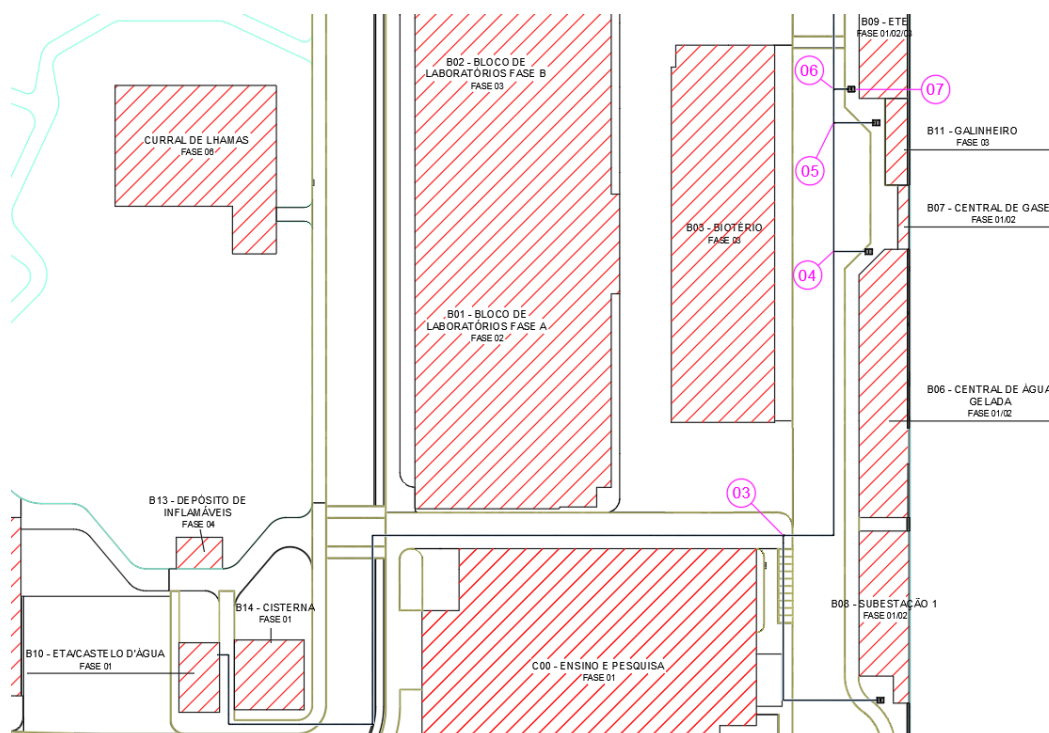



Figura 26 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B11)

A Figura 25 e Figura 26 mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco ETE (B09), onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

- Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;
- Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;
- Coluna 3 – Vazão de cada trecho;
- Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;
- Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;
- Coluna 6 – Perda de carga unitária;
- Coluna 7 – Altura estática por trecho;
- Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;
- Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;
- Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;
- Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;
- Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;
- Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;
- Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	41

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)
			Ø nominal	Ø Interno					tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total	
											(9) x (6)	(10) x (6)	(11) + (12)	
		l/s	mm	mm	m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa	kPa	kPa
1-2	544,50	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99	24,12	123,38
2-3	44,20	1,99	60,00	53,40	0,89	0,18	2,20	145,38	116,00	21,60	21,01	3,91	24,92	120,46
3-4	43,80	1,99	50,00	44,00	1,31	0,45	0,00	120,46	46,00	10,50	20,73	4,73	25,46	95,00
4-5	43,00	1,97	50,00	44,00	1,29	0,44	0,00	95,00	18,00	2,20	7,98	0,98	8,96	86,04
5-6	42,30	1,95	50,00	44,00	1,28	0,44	0,00	86,04	5,00	7,30	2,19	3,19	5,38	80,66
6-7	19,40	1,32	32,00	27,80	2,18	1,96	0,00	80,66	5,00	3,40	9,79	6,65	16,44	64,23

Tabela 19 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 32mm;
- $\Sigma P = 19,4 \rightarrow Q = 1,32$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;
- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 10 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

Q_{\max} = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h.

Considerando vazão máxima de 10 m³/h no hidrômetro, com vazão de 1,32 l/s, temos $\Delta h = 2,26$ mca.

Conforme Tabela 19, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco ETE (B09), é de 64,23 KPa, o que significa 6,42 mca. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 2,26$ mca, temos uma pressão disponível no ponto igual a 4,16 mca.

2.8.1.13 PRÉDIOS B05 CENTRAL DE RESÍDUOS (ÁGUA POTÁVEL)

Esquema de referência – Ramal de água fria potável:

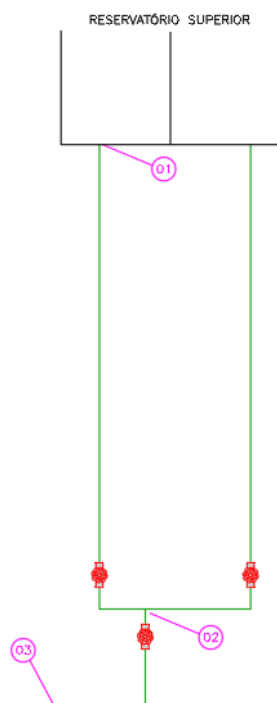


Figura 27 – Trechos considerados no dimensionamento

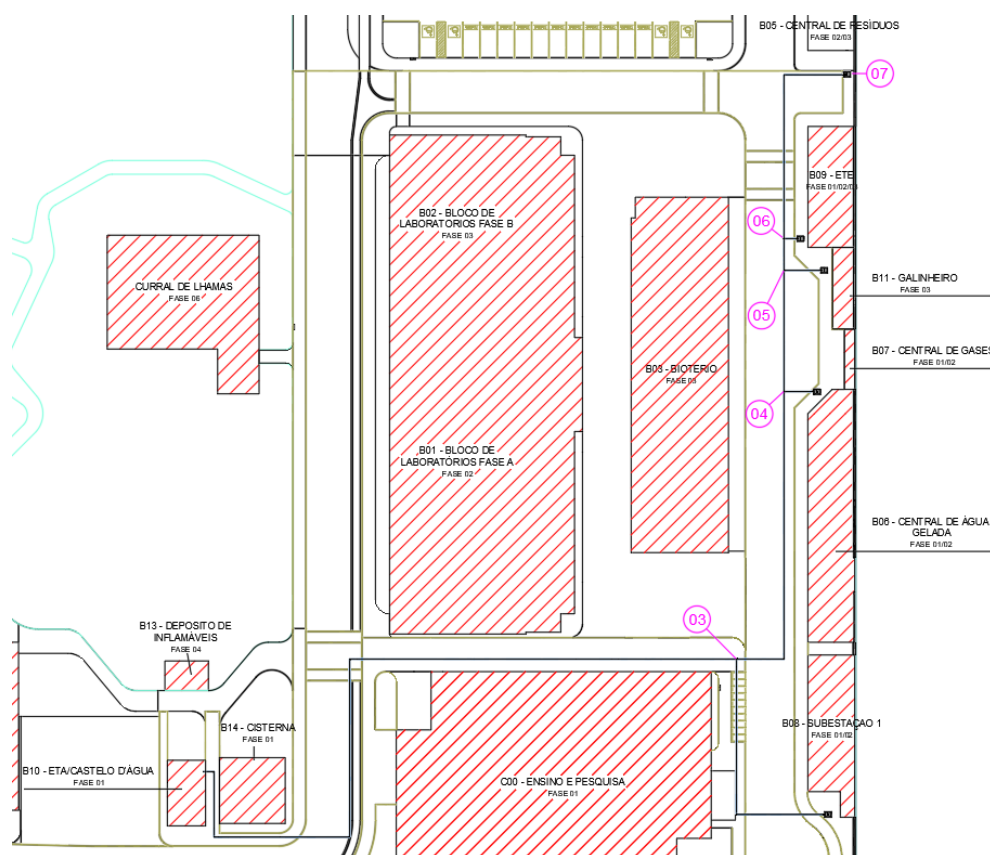



Figura 28 – Planta trecho (Castelo d'água / Bloco B05)

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	43

A Figura 27 e Figura 28 e mostram os trechos considerados no cálculo, desde a saída de água do Castelo D'Água (B10) até a caixa no passeio do Bloco Central de Resíduos (B05), onde está o hidrômetro.

A planilha de dimensionamento a seguir possui 14 colunas descritas a seguir:

Coluna 1 – Indica o trecho mostrado em planta;

Coluna 2 – Somatório dos pesos hidráulicos de cada trecho;

Coluna 3 – Vazão de cada trecho;

Coluna 4 – Diâmetro adotado em cada trecho;

Coluna 5 – Velocidade do fluido em cada trecho;

Coluna 6 – Perda de carga unitária;

Coluna 7 – Altura estática por trecho;

Coluna 8 – Pressão estática disponível no trecho;

Coluna 9 – Comprimento real desenvolvido pela tubulação no trecho;

Coluna 10 – Comprimentos equivalentes em cada trecho;

Coluna 11 – Perda de carga na tubulação por trecho;

Coluna 12 – Perda de carga nas peças (registros, conexões, etc) por trecho;

Coluna 13 – Perda de carga total no trecho;

Coluna 14 – Pressão dinâmica disponível em cada trecho.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11	12	13	14
Trecho	soma dos pesos no trecho	vazão estimada	diâmetro		velocidade	perda de carga unitária	diferença de cota	pressão disponível (Estática)	comprimentos		perda de carga			pressão disponível residual (Dinâmica)	
			Ø nominal	Ø Interno			desce (+) sobe(-)	(14)+10x(7)	tubulação (real)	registros/ conexões (equivalente)	tubulação	registros/ conexões	total		
		l/s	mm	mm			m/s	kPa/m	m	kPa	m		kPa	kPa	kPa
1-2	544,50	7,00	85,00	75,60	1,56	0,31	14,75	147,50	26,00	51,15	8,13	15,99	24,12	123,38	
2-3	44,20	1,99	60,00	53,40	0,89	0,18	2,20	145,38	116,00	21,60	21,01	3,91	24,92	120,46	
3-4	43,80	1,99	50,00	44,00	1,31	0,45	0,00	120,46	46,00	10,50	20,73	4,73	25,46	95,00	
4-5	43,00	1,97	50,00	44,00	1,29	0,44	0,00	95,00	18,00	2,20	7,98	0,98	8,96	86,04	
5-6	42,30	1,95	50,00	44,00	1,28	0,44	0,00	86,04	5,00	7,30	2,19	3,19	5,38	80,66	
6-7	22,90	1,44	40,00	35,20	1,48	0,74	0,00	80,66	35,00	9,90	25,81	7,30	33,11	47,55	

Tabela 20 – Pressão disponível nos trechos

Parâmetros adotados:

- Diâmetro da tubulação na entrada da caixa = 40mm;

- $\Sigma P = 22,90 \rightarrow Q = 1,44$ l/s, onde ΣP = somatório dos pesos hidráulicos na entrada da caixa;


- Perda de carga no hidrômetro (Δh) com vazão máxima igual a 20 m³/h.

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde:

Δh = Perda de carga no hidrômetro, em mca;

Q = Vazão estimada na seção considerada, em l/s;

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	44

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m^3/h .

Considerando vazão máxima de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ no hidrômetro, com vazão de $1,44 \text{ l/s}$, temos $\Delta h = 0,67 \text{ mca}$.

Conforme Tabela 20, a pressão disponível residual na caixa localizada no passeio do Bloco Central de Resíduos (B05), é de $47,55 \text{ KPa}$, o que significa $4,75 \text{ mca}$. Considerando as perdas calculadas no hidrômetro, $\Delta h = 0,67 \text{ mca}$, temos uma pressão disponível no ponto igual a $4,08 \text{ mca}$.

2.8.2 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA DA BOMBA DO POÇO PROFUNDO

Conforme previsto em planta baixa, foram previstos dois poços profundos, sendo um principal e um reserva, para abastecimento de água fria do Campus. Para o dimensionamento a seguir, foram seguidas as seguintes premissas:

- Vazão de $10 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Profundidade do poço (local da bomba) = 60 metros;
- Foi considerado o poço que está mais distante.

Trecho de sucção:

Vazão considerada = $10 \text{ m}^3/\text{h}$;

Diâmetro na tubulação de sucção = 75 mm ;

Perda de carga unitária na sucção = $0,0113$.

- Comprimento real da tubulação = $0,00 \text{ metros}$;
- Comprimentos equivalentes = $0,00 \text{ metros}$.

Comprimento total = $0,00 \text{ m}$

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.\text{suc}} = J \times L_t$$

$$H_{f.\text{suc}} = 0,00 \text{ m}$$

$$H_{\text{man. suc.}} = H_{\text{est. suc.}} + H_{f.\text{suc}}$$


$$H_{\text{man. suc.}} = 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ mca}$$

Trecho 1 de recalque:

Vazão considerada = $10 \text{ m}^3/\text{h}$;

Diâmetro na tubulação de recalque = 75 mm ;

Perda de carga unitária no recalque = $0,0113$.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	45

- Comprimento real da tubulação = 80,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

3 registros de gaveta -	3 x 0,40 = 1,20 m
6 joelhos de 90° -	6 x 3,70 = 22,20 m
1 curva raio longo 90° -	1 x 1,40 = 1,40 m
3 uniões -	3 x 0,10 = 0,30 m
1 VRH -	1 x 5,20 = 5,20 m
4 tê de passagem direta -	4 x 2,40 = 9,60 m
1 tê de saída lateral -	1 x 7,80 = 7,80 m
1 tê de saída bilateral -	1 x 7,80 = 7,80 m

Total comprimento equivalente - 55,50 m
Comprimento total = 80,00 + 55,50 = 135,50 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.rec} = J \times L_t$$

$$H_{f.rec} = 0,0113 \times 135,50 = 1,53 \text{ m}$$

$$H_{man.rec.} = H_{est.rec.} + H_{f.rec}$$

$$H_{man.rec.} = 60 + 1,53 = 61,53 \text{ mca.}$$

Trecho 2 de recalque:

Vazão considerada = 10 m³/h;

Diâmetro na tubulação de recalque = 63 mm;

Perda de carga unitária no recalque = 0,0323.

- Comprimento real da tubulação = 15,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 registro de gaveta -	1 x 0,40 = 0,40 m
6 joelhos de 90° -	6 x 3,40 = 20,40 m
1 joelho de 45° -	1 x 1,50 = 1,50 m
1 união -	1 x 0,10 = 0,10 m
5 tê de passagem direta -	5 x 2,20 = 11,00 m
1 tê de saída bilateral -	1 x 7,60 = 7,60 m

Total comprimento equivalente - 41,00 m
Comprimento total = 15,00 + 41,00 = 56,00 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.rec} = J \times L_t$$

$$H_{f.rec} = 0,0323 \times 56,00 = 1,81 \text{ m}$$

$$H_{man.rec.} = H_{est.rec.} + H_{f.rec}$$

$$H_{man.rec.} = 3,00 + 1,81 = 4,81 \text{ mca.}$$

Altura manométrica total = Altura manométrica total de recalque + Altura manométrica total de sucção + perda no filtro multimeios = 0,00 + 61,53 + 4,81 + 5,00 = 71,34 mca.

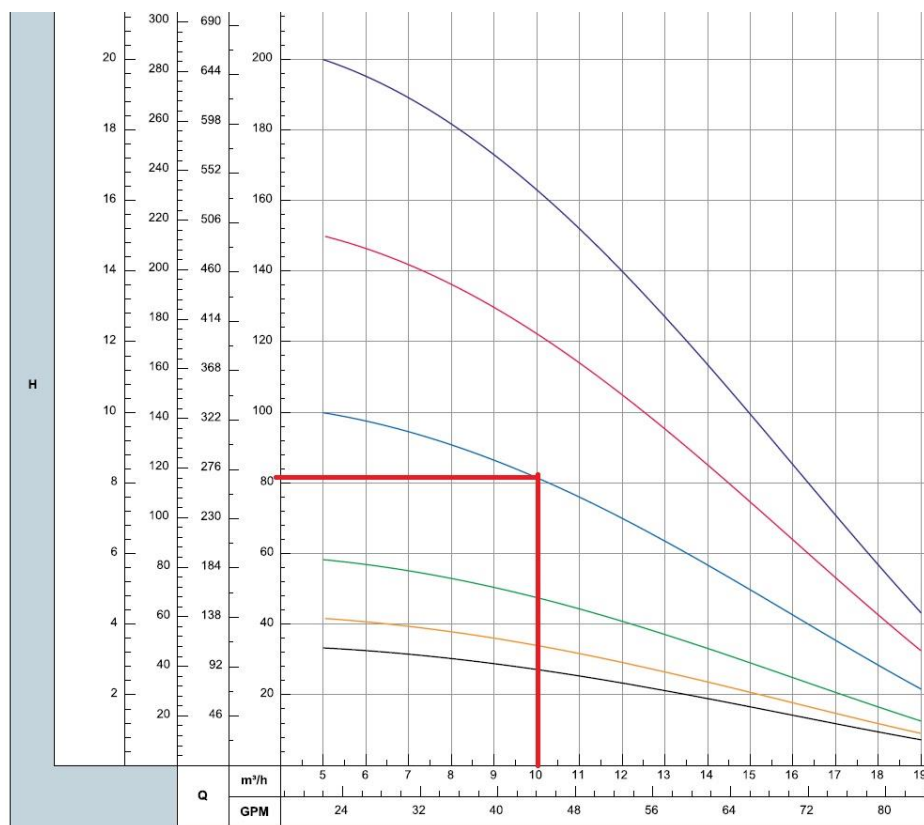



Figura 29 – Curva Bomba Submersa

De acordo com os cálculos efetuados, a bomba escolhida para o poço profundo é uma Bomba Submersa, Modelo SUB50-50S4E12, Potência = 5 cv, Vazão = 10 m³/h, Altura manométrica = 81 mca, Fab. Schneider ou similar tecnicamente.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	47

2.8.3 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA DA BOMBA DE RECALQUE DA CISTERNA DE REUSO

As bombas centrífugas de recalque localizadas na casa de máquinas da cisterna de reuso, captam a água da cisterna e fazem o transporte para o reservatório superior de reuso. Para o dimensionamento a seguir, foram seguidas as seguintes premissas:

- Capacidade do reservatório = 20 m³;
- Horas de funcionamento da bomba = 4 horas;
- Altura estática de recalque = 21,00 m;
- Vazão = 5 m³/h.

Trecho de sucção:

Vazão considerada = 5 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 50 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0241.

- Comprimento real da tubulação = 1,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 registros de gaveta -	1 x 0,30 = 0,30 m
1 saída de canalização -	1 x 3,20 = 3,20 m
1 união -	1 x 0,10 = 0,10 m
Total comprimento equivalente -	3,60 m
Comprimento total	= 1,00 + 3,60 = 4,60 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J \times L_t$$

$$H_{f.suc} = 0,0241 \times 4,60 = 0,11 \text{ m}$$

$$H_{man. suc.} = H_{est. suc.} + H_{f. suc.}$$

$$H_{man. suc.} = 0,00 + 0,11 = 0,11 \text{ mca}$$

Trecho de recalque:

Vazão considerada = 5 m³/h;

Diâmetro na tubulação de recalque = 40 mm;

Perda de carga unitária no recalque = 0,0696.

- Comprimento real da tubulação = 36,00 metros;

• Comprimentos equivalentes:

1 registros de gaveta -	1 x 0,20 = 0,20 m
8 joelhos de 90° -	8 x 2,00 = 16,00 m
1 curva raio longo 90° -	1 x 1,40 = 1,40 m
1 união -	1 x 0,10 = 0,10 m
1 VRV -	1 x 4,00 = 4,00 m
2 têes de passagem direta -	2 x 1,50 = 3,00 m

Total comprimento equivalente - 23,30 m

Comprimento total = 36,00 + 23,30 = 59,30 m

• Perda de carga no trecho

$$H_{f.rec} = J \times L_t$$

$$H_{f.rec} = 0,0696 \times 59,30 = 4,13 \text{ m}$$

$$H_{man.rec.} = H_{est.rec.} + H_{f.rec.}$$

$$H_{man.rec.} = 21,00 + 4,13 = 25,13 \text{ mca.}$$

Altura manométrica total = Altura manométrica total de recalque + Altura manométrica total de sucção = 0,11 + 25,13 = 25,24 mca.

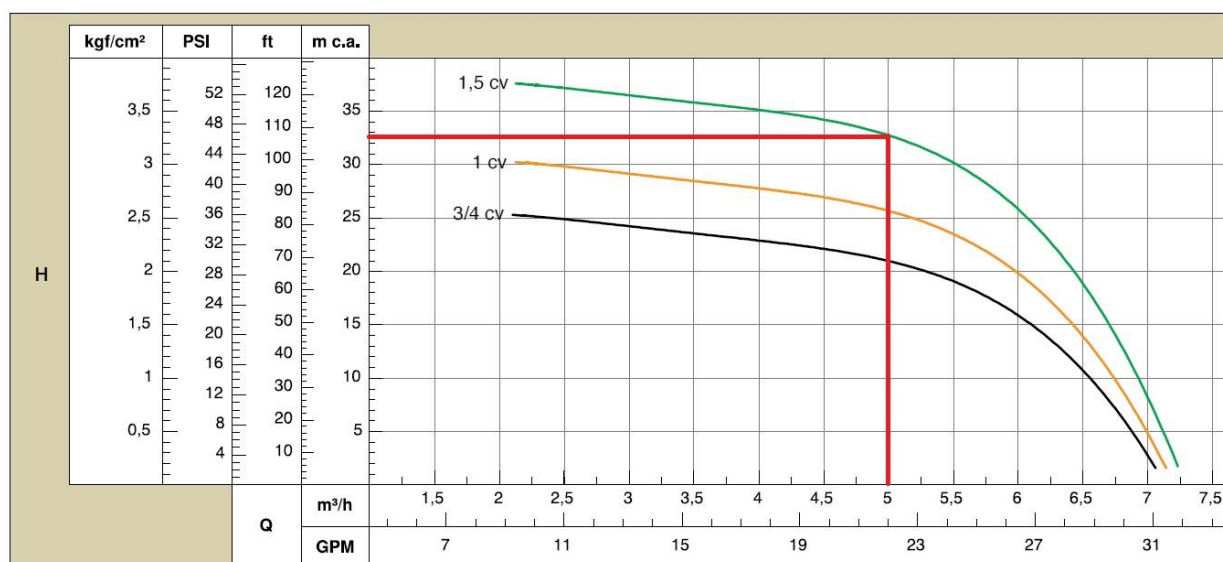



Figura 30 – Curva Bomba Centrífuga

De acordo com os cálculos efetuados, a bomba escolhida para o recalque da água de reuso da cisterna (Bloco B14) para o reservatório superior é uma Bomba Centrífuga, Modelo BC-92-S-1A, Potência = 1,5 cv, Vazão = 5 m³/h, Altura manométrica = 32,5 mca, Fab. Schneider ou similar tecnicamente.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	49

2.8.4 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA – ATENDIMENTO DO CHUVEIRO DE EMERGÊNCIA DO BLOCO B09 (ETE)

Os pressurizadores devem atender as pressões e vazões exigidas pelos equipamentos interligados à sua rede. Para o seu dimensionamento foram seguidas as seguintes premissas:

- Vazão de 75 l / min = 4,5 m³/h;
- Pressão máxima na rede de 3,0 Kg/cm²;
- O pressurizador deverá ter como característica a manutenção da pressão nas tubulações, com valores pré-determinados ajustados no set point do aparelho;

Desta forma, o pressurizador será calibrado para ter suas partidas quando a pressão no sistema chegar em níveis abaixo dos recomendados para os equipamentos que ele alimenta (osmose reversa e chuveiros de emergência). Isso acontecerá quando os pontos hidráulicos forem sendo utilizados e consequentemente a pressão na rede diminuir. O aparelho liga e reestabelece a pressão, garantindo os níveis desejados.

Trecho de sucção:

Vazão considerada = 4,5 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 32 mm;

Considerar pressão na caixa com hidrômetro ($H_{est. suc}$) = - 4,16 mca, conforme 2.8.1.12

Perda de carga unitária na sucção = 0,1776.

- Comprimento real da tubulação = 18,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 registros de gaveta -	1 x 0,20 = 0,20 m
5 joelhos de 90° -	5 x 1,50 = 7,50 m
2 tês de passagem direta -	2 x 0,90 = 1,80 m
1 tê de saída lateral -	1 x 3,10 = 3,10 m
1 união -	1 x 0,10 = 0,10 m
Total comprimento equivalente -	12,70 m
Comprimento total	= 18,00 + 12,70 = 30,70 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J \times L_t$$

$$H_{f.suc} = 0,1776 \times 30,70 = 5,45 \text{ m}$$

$$H_{man. suc.} = H_{est. suc.} + H_{f. suc}$$

$$H_{man. suc.} = - 4,16 + 5,45 = 1,29 \text{ mca}$$

Trecho de recalque:

Vazão considerada = 4,5 m³/h;

Diâmetro na tubulação de recalque = 32 mm;

Altura estática de recalque = 2,8 mca

Perda de carga unitária no recalque = 0,1776.

- Comprimento real da tubulação = 5,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 registros de gaveta - 1 x 0,20 = 0,20 m

3 joelhos de 90° - 3 x 1,50 = 3,00 m

1 união - 1 x 0,10 = 0,10 m

1 tê de saída lateral - 1 x 3,10 = 3,10 m

Total comprimento equivalente - 6,40 m

Comprimento total = 5,00 + 6,40 = 11,40 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.rec} = J \times L_t$$

$$H_{f.rec} = 0,1776 \times 11,40 = 2,02 \text{ m}$$

$$H_{man.rec.} = H_{est.rec.} + H_{f.rec}$$

$$H_{man.rec.} = 2,80 + 2,02 = 4,82 \text{ mca.}$$

Altura manométrica total = Altura manométrica total de recalque + Altura manométrica total de sucção + pressão no chuveiro = 1,29 + 4,82 + 30,00 = 36,11 mca.

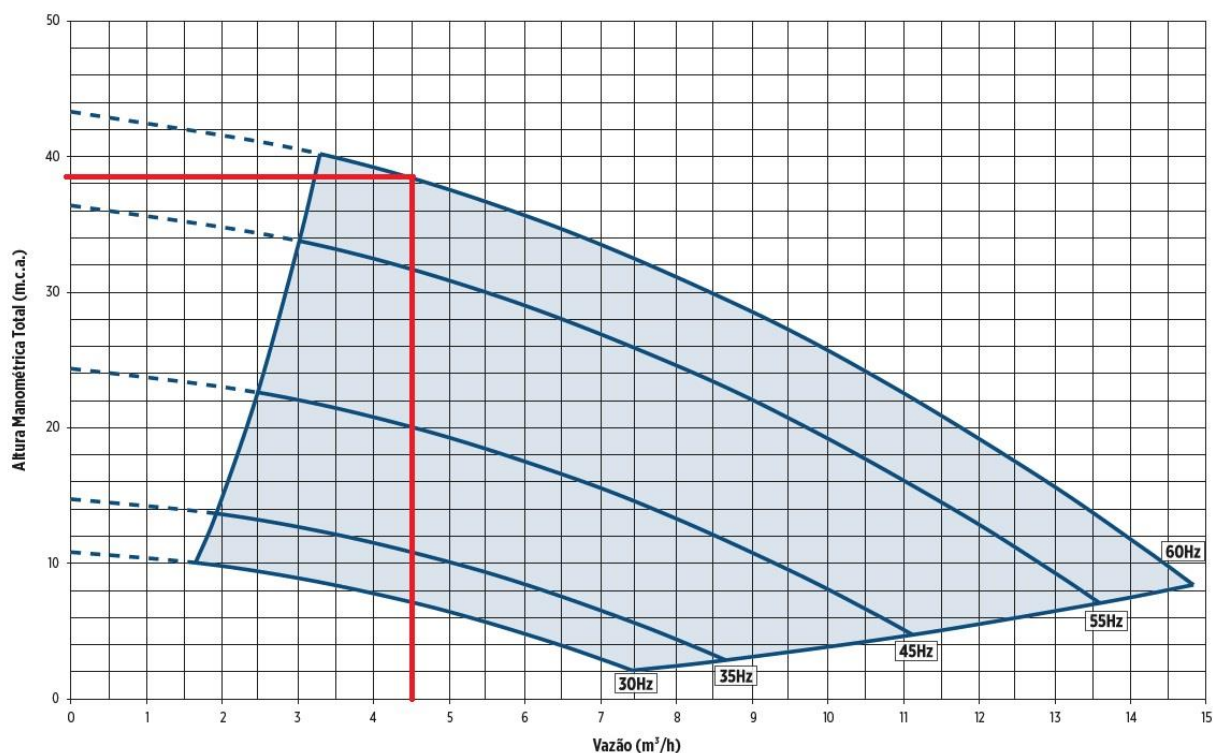


Figura 31 – Curva Pressurizador

De acordo com os cálculos efetuados, o pressurizador escolhido o abastecimento do chuveiro de emergência do Bloco ETE (Bloco B09) é o Modelo VFD BC-92-S/T-1C2, Potência = 2,0 cv, Vazão = 4,5 m³/h, Altura manométrica = 38,5 mca, Fab. Schneider ou similar tecnicamente.

2.8.5 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA – ATENDIMENTO DO CHUVEIRO DE EMERGÊNCIA DO BLOCO B10 (ETA) E DO CHUVEIRO DE EMERGÊNCIA DO BLOCO B13 (DEP. INFLAMÁVEIS)

Os pressurizadores devem atender as pressões e vazões exigidas pelos equipamentos interligados à sua rede. Para o seu dimensionamento foram seguidas as seguintes premissas:

- Vazão de 75 l / min = 4,5 m³/h;
- Pressão máxima na rede de 3,0 Kgf/cm²;
- O pressurizador deverá ter como característica a manutenção da pressão nas tubulações, com valores pré-determinados ajustados no set point do aparelho;

Desta forma, o pressurizador será calibrado para ter suas partidas quando a pressão no sistema chegar em níveis abaixo dos recomendados para os equipamentos que ele alimenta (osmose reversa e chuveiros de emergência). Isso acontecerá quando os pontos hidráulicos forem sendo utilizados e consequentemente a pressão na rede diminuir. O aparelho liga e reestabelece a pressão, garantindo os níveis desejados.

Trecho de sucção:

Vazão considerada = 4,5 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 40 mm;

Considerar pressão favorável na sucção ($H_{est. suc}$) = - 12,34 mca, conforme Tabela 6;

Altura estática de sucção favorável = - 1,25 mca

Perda de carga unitária na sucção = 0,0579.

- Comprimento real da tubulação = 10,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

2 registros de gaveta -	2 x 0,20 = 0,40 m
6 joelhos de 90° -	6 x 2,00 = 12,00 m
1 tê de passagem direta -	1 x 1,50 = 1,50 m
1 tê de saída lateral -	1 x 4,60 = 4,60 m
3 uniões -	3 x 0,10 = 0,30 m
Total comprimento equivalente -	18,80 m
Comprimento total	= 10,00 + 18,80 = 28,80 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f. suc} = J \times L_t$$

$$H_{f. suc} = 0,0579 \times 28,80 = 1,67 \text{ m}$$

$$H_{man. suc.} = H_{est. suc.} + H_{f. suc} + \text{Perda no Hidrômetro}$$

$$H_{man. suc.} = - 12,34 - 1,25 + 1,67 + 2,03 = - 9,89 \text{ mca}$$

Trecho de recalque:

Vazão considerada = 4,5 m³/h;

Diâmetro na tubulação de recalque = 32 mm;

Altura estática de recalque = 2,8 mca

Perda de carga unitária no recalque = 0,1776.

- Comprimento real da tubulação = 20,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

2 registros de gaveta -	2 x 0,20 = 0,40 m
5 joelhos de 90° -	5 x 1,50 = 7,50 m
2 uniões -	2 x 0,10 = 0,20 m
1 tê de saída lateral -	1 x 3,10 = 3,10 m

Total comprimento equivalente - 11,20 m
Comprimento total = 20,00 + 11,20 = 31,20 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f,rec} = J \times L_t$$

$$H_{f,rec} = 0,1776 \times 31,20 = 5,54 \text{ m}$$

$$H_{man,rec} = H_{est,rec} + H_{f,rec}$$

$$H_{man,rec} = 2,80 + 5,54 = 8,34 \text{ mca.}$$

Altura manométrica total = Altura manométrica total de recalque + Altura manométrica total de sucção + pressão no chuveiro = - 9,89 + 8,34 + 30,00 = 28,45 mca.

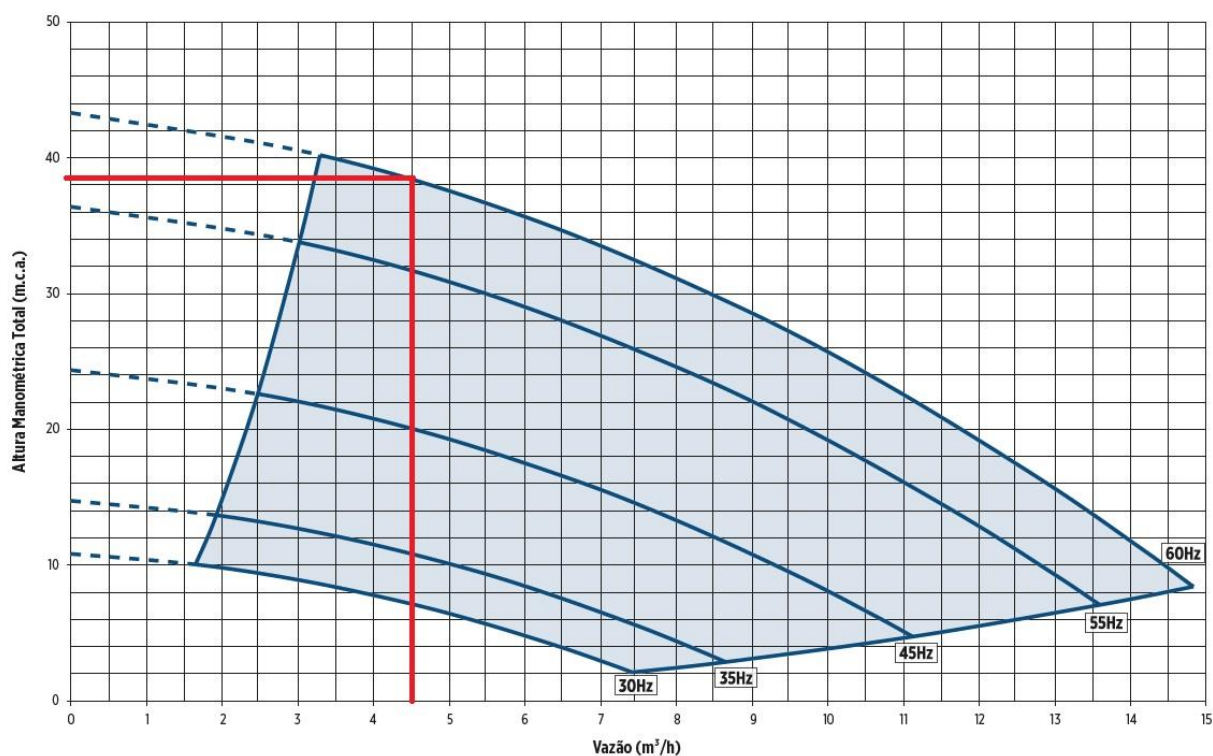


Figura 32 – Curva Pressurizador

De acordo com os cálculos efetuados, o pressurizador escolhido o abastecimento dos chuveiros de emergência do Bloco B13 e do Bloco B10 é o Modelo VFD BC-92-S/T-1C2, Potência = 2,0 cv, Vazão = 4,5 m³/h, Altura manométrica = 38,5 mca, Fab. Schneider ou similar tecnicamente.

2.8.6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Rondônia possui em torno de 30% de cobertura pela concessionária para abastecimento de água potável. O abastecimento dos outros 70% da cidade é feito através de poços profundos. A região onde se encontra o Campus não é atendida pela concessionária e, portanto, o abastecimento do Campus será feito através de poços profundos.

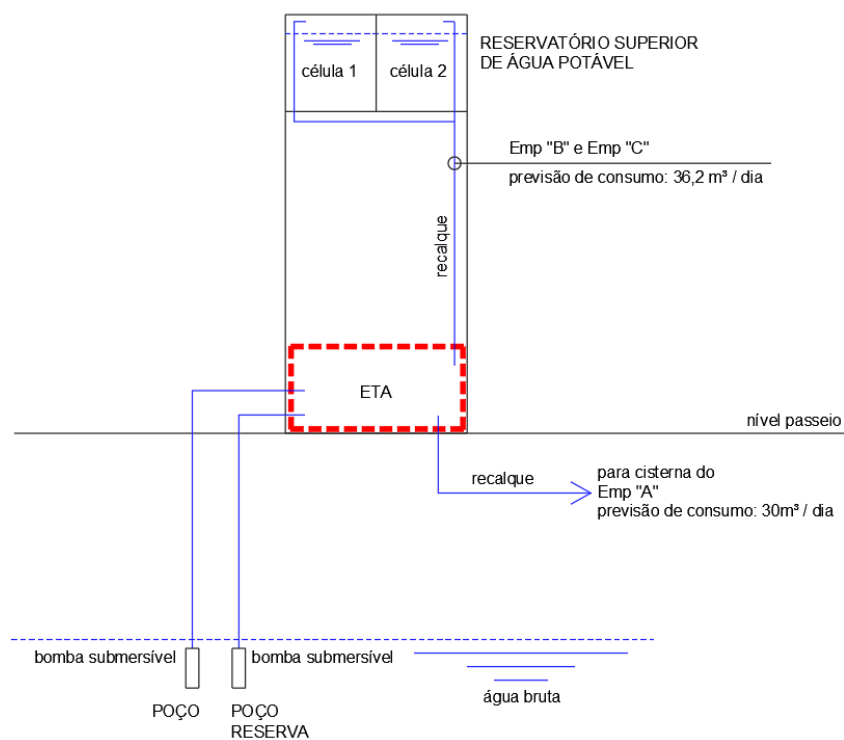


Figura 33 – Abastecimento e distribuição de água potável do Campus

Conforme Figura 33, para que a água bruta proveniente dos poços profundos tenha garantido os padrões de potabilidade exigidos, conforme a Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5/2017, deverá passar por tratamento na ETA (Estação de Tratamento de Água), localizada no pavimento térreo da edificação Castelo D'Água. Após tratamento, a água será armazenada nos reservatórios superiores de água potável para em seguida ser distribuída, por gravidade, para todas as edificações do Campus. No caso do Empreendimento "A", será previsto bombeamento diretamente para as cisternas de água potável do mesmo, caracterizando a execução da infraestrutura de água, conforme escopo.

2.8.6.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO

Conforme NBR 12216, são classificados os seguintes tipos de águas naturais para abastecimento público:

Tipo A - águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias sanitariamente protegidas, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e as demais satisfazendo aos padrões de potabilidade;

Tipo B - águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias não-protegidas, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade, mediante processo de tratamento que não exija coagulação;

Tipo C - águas superficiais provenientes de bacias não protegidas, com características básicas definidas a Tabela seguinte, e que exijam coagulação para enquadrar-se nos padrões de potabilidade;

Tipo D - águas superficiais provenientes de bacias não protegidas, sujeitas a fontes de poluição, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e que exijam processos especiais de tratamento para que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade.

Tabela - Classificação de águas naturais para abastecimento público

Tipos	A	B	C	D
DBO 5 dias (mg/L):				
- média	até 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 4,0	> 4,0
- máxima, em qualquer amostra	1 - 3	3 - 4	4 - 6	> 6
Coliformes (NMP/100 mL)				
- média mensal em qualquer mês	50 - 100	100 - 5000	5000 - 20000	> 20000
- máximo	> 100 cm menos de 5% das amostras	> 5000 cm menos de 20% das amostras	> 20000 cm menos de 5% das amostras	-
pH	5 - 9	5 - 9	5 - 9	3,8 - 10,3
Cloretos	< 50	50 - 250	250 - 600	> 600
Fluoretos	< 1,5	1,5 - 3,0	> 3,0	-

NMP - Número mais provável

Figura 34 – NBR 12216 – Classificação de águas naturais para abastecimento público

Diante do exposto, consideramos que as águas subterrâneas do local se enquadram no Tipo “B”. Ainda conforme a NBR 12216, o tratamento mínimo necessário para águas do Tipo “B” é:

“Tipo B - desinfecção e correção do pH e, além disso:

a) decantação simples, para águas contendo sólidos sedimentáveis, quando, por meio desse processo, suas características se enquadrem nos padrões de potabilidade;

ou

b) filtração, precedida ou não de decantação, para águas de turbidez natural, medida na entrada do filtro, sempre inferior a 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e cor sempre inferior a 20 unidades, referidas aos Padrões de Platina; ”

2.8.6.2 PROPOSTA DE TRATAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Como não existe poço profundo atualmente, foi solicitado à CONTRATANTE relatórios técnicos contendo informações sobre análise de águas subterrâneas nas proximidades.



Figura 35 – Localização terreno da Embrapa e Fiocruz-RO

A CONTRATANTE forneceu documentos técnicos com várias características, dentre elas, vazões e profundidades, análises microbiológicas, físicas e químicas de 3 poços existentes no terreno adjacente (EMBRAPA). A Figura 35, mostra a localização dos dois terrenos: Fiocruz, onde será construído o Campus, e EMBRAPA.

Os relatórios apontam que:

a) Para o poço ER1:

Profundidade: 30,7 m;

Crivo da bomba a 24 m de profundidade;

Vazão de 10,2 m³/h nos dois dias de ensaios e após 12 horas cada dia;

Nível dinâmico 4 m.

Descrição da amostra: POÇO 1			
Ensaio	Unidade	Ref. MS 2914	P01
pH a 25°C	-	6,0 a 9,5	4,39
Temperatura da Água	°C	--	25
Condutividade Elétrica	µS	-	10,27
Turbidez	NTU	5,0	0,08
Nitrato	mg/L	10,0	0,44
Nitrito	mg/L	1,0	<0,01
Dureza Total	mg/L	500	15
Ferro Total	mg/L	0,30	<0,01
Cloretos Total	mg/L	250	3,50
Fluoreto Total	mg/L	1,5	<0,06
Sulfato Total	mg/L	250	<0,01
SODIO (Na)	µg/L	< 200 000	4,72
Alcalinidade Bicarbonato	mg/L	--	10
Ca	g/Kg	--	2,0
Alcalinidade Carbonato	mg/L	--	0
Potássio	mg/L	--	<0,01
Dureza ao Magnésio	mg/L	--	10,92
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	1000	19
Coliformes Totais	NMP/100	Ausén. 100 mL	Ausente
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	Ausén. 100 mL	Ausente

Figura 36 – Boletim de análise de água do Poço ER1 – localizado em terreno adjacente (EMBRAPA)

Conforme Figura 36, identificamos que as amostras analisadas da água têm características ácidas, com valores fora dos estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, não possui coliformes totais e termotolerantes, turbidez dentro dos parâmetros estabelecidos, bem como nitratos e cloretos também atendendo os parâmetros estabelecidos.

b) Para o poço ER2:

Profundidade: 50,5 m;

Crivo da bomba a 36 m de profundidade;

Vazão de 9 m³/h nos dois dias de ensaios e após 12 horas cada dia;

Nível dinâmico 3,8 m.

Descrição da amostra: POÇO 2			
Ensaio	Unidade	Ref. MS 2914	P01
pH a 25°C	-	6,0 a 9,5	3,80
Temperatura da Água	°C	--	25
Condutividade Elétrica	µS	-	38,8
Turbidez	NTU	5,0	0,09
Nitrato	mg/L	10,0	2,25
Nitrito	mg/L	1,0	<0,01
Dureza Total	mg/L	500	10
Ferro Total	mg/L	0,30	<0,01
Cloretos Total	mg/L	250	7,01
Fluoreto Total	mg/L	1,5	<0,06
Sulfato Total	mg/L	250	<0,01
SODIO (Na)	µg/L	< 200 000	7,05
Alcalinidade Bicarbonato	mg/L	--	10
Ca	g/Kg		2
Alcalinidade Carbonato	mg/L		2
Potássio	mg/L		<0,01
Dureza ao Magnésio	mg/L		6,72
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	1000	15
Coliformes Totais	NMP/100	Ausên. 100 mL	Presente
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	Ausên. 100 ml	Ausente

Figura 37 – Boletim de análise de água do Poço ER2 – localizado em terreno adjacente (EMBRAPA)

Conforme Figura 37, identificamos que as amostras analisadas da água têm características ácidas, com valores fora dos estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, não possui coliformes totais e termotolerantes, turbidez dentro dos parâmetros estabelecidos, bem como nitratos e cloretos também atendendo os parâmetros estabelecidos.

c) Para o poço ER3:

Profundidade: 53 m;

Crivo da bomba a 45 m de profundidade;

Vazão de 5,5 m³/h nos dois dias de ensaios e após 12 horas cada dia;

Nível dinâmico 22 m.

Descrição da amostra: POÇO 3

Ensaio	Unidade	Ref. MS 2914	P01
pH a 25°C	-	6,0 a 9,5	4,10
Temperatura da Água	°C	--	25
Condutividade Elétrica	µS	-	14,45
Turbidez	NTU	5,0	0,45
Nitrato	mg/L	10,0	1,15
Nitrito	mg/L	1,0	<0,01
Dureza Total	mg/L	500	10
Ferro Total	mg/L	0,30	<0,01
Cloretos Total	mg/L	250	3,50
Fluoreto Total	mg/L	1,5	<0,06
Sulfato Total	mg/L	250	<0,01
SÓDIO (Na)	µg/L	< 200 000	4,38
Alcalinidade Bicarbonato	mg/L	--	13
Ca	g/Kg		2
Alcalinidade Carbonato	mg/L		2
Potássio	mg/L		<0,01
Dureza ao Magnésio	mg/L		6,72
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	1000	68
Coliformes Totais	NMP/100	Ausên. 100 mL	Presente
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	Ausên. 100 ml	Presente

Figura 38 – Boletim de análise de água do Poço ER3 – localizado em terreno adjacente (EMBRAPA)

Conforme Figura 38, identificamos que as amostras analisadas da água têm características ácidas, com valores fora dos estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, não possui coliformes totais e termotolerantes, turbidez dentro dos parâmetros estabelecidos, bem como nitratos e cloretos também atendendo os parâmetros estabelecidos.

Um ponto importante que o relatório menciona é: “A presença de óxido de ferro na forma de ferrugem, foi observado nos equipamentos dos 3 poços. Sua presença é comum na forma de íons da composição da água, que por sua vez está intimamente ligada às características do solo da região.”

A empresa que executou a manutenção preventiva (limpeza) dos poços, fez um “choque bacteriológico” usando hipoclorito de sódio para desinfecção dos poços. Dois dias após a desinfecção, as amostras foram coletadas e levadas para análise. Isso indica que a desinfecção com o cloro foi eficiente e propiciou à água o padrão de potabilidade exigido, com a exceção apenas da concentração de pH nas três amostras, que está fora dos padrões.

Segundo Bahia et al. (2011), a abundância de chuvas e a decomposição da matéria orgânica provocam aumento da produção de substâncias ácidas nas águas subterrâneas e diminuição do pH, o que é considerado normal para ambientes da região Amazônica.

Diante das recomendações da NBR 12216 e dos resultados das análises das amostras coletadas nos poços circunvizinhos, vamos adotar como medidas de tratamento, para fins de padrão de potabilidade das águas dos poços que serão executados futuramente para abastecimento do Campus da Fiocruz Rondônia, filtração, cloração e correção de pH.

Dados:

- Vazão de alimentação dos poços profundos = 10 m³/h;
- Filtragem: filtros multimeios (areia e antracito);
- Bombas dosadoras à diafragma, vazão de 0 a 1 l/h;
- Tanques rotomoldados para armazenagem de químicos e água potável;
- Bombas centrífugas para recalque até os reservatórios principais.

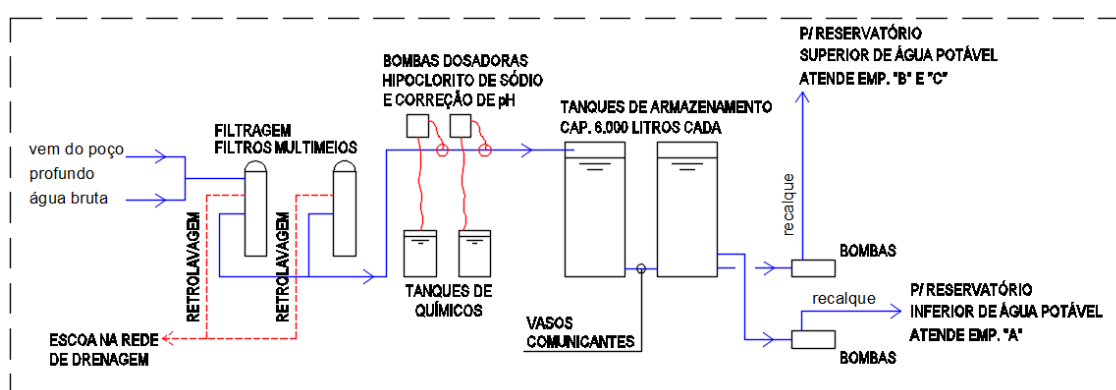


Figura 39 – Fluxograma ETA

2.8.6.3 CÁLCULO FILTROS MULTIMEIOS

Serão adotados filtros rápidos com fluxo descendente com leito misto composto areia e antracito e camada suporte composta por cascalho. Conforme a NBR 12216, essas unidades são destinadas a remover partículas em suspensão. Com base nos ensaios mostrados nos poços circunvizinhos, a turbidez das águas analisadas encontra-se dentro do padrão recomendado conforme a Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5/2017, não sendo necessário o uso de coagulação e decantação. Neste caso, as partículas capazes de provocar turbidez indesejada serão removidas na filtração.

Ainda conforme a NBR 12216, os filtros rápidos devem ter taxa de filtração máxima de 360 m³/m² x dia. Adotaremos no cálculo uma taxa de 300 m³/m² x dia.

Dados:

- Vazão horária = 10 m³/ h;
- Vazão diária = 80 m³/ h;
- Taxa de filtração = 300 m³/m² x dia.

Cálculo do Tanque Cilíndrico:

$$\text{Área} = Q / \text{Taxa} = \pi \times R^2 = 0,26667 \text{ m}^2;$$

Logo, o raio do cilindro será de 0,29m = 22,94 pol.;

Diâmetro comercial adotado para o tanque = 24 pol.;

Volume do tanque = 473 litros;

Altura = 2,03 m.

Distribuição individual do Leito Filtrante:

Conforme a NBR 12216:

MEIO FILTRANTE	EMÍN (cm)	DEF (mm)	COEF. UNIFORMIDADE
Camada filtrante simples de areia (FRD)	45	0,45 – 0,65	1,4 – 1,6
Camada filtrante simples de areia (FRA)	200	0,70 – 0,80	≤ 2,0
Camada dupla (areia e antracito)	Areia	25	0,40 – 0,45
	Antracito	45	0,80 – 1,00
			1,4 – 1,6
			≤ 1,4

Figura 40 – Recomendações da NBR 12216

Ainda conforme a Norma, vazão de água de lavagem em contracorrente deve promover a expansão do leito filtrante de 20% a 30%.

- Volume de expansão adotado (25%)	118,25 litros	Altura = 0,41 m;
- Antracito (50%)	177,38 litros	Altura = 0,61 m;
- Areia (35%)	124,16 litros	Altura = 0,43 m;
- Cascalho - Granulometria 3,16 a 1,19mm (15%)	53,21 litros	Altura = 0,18 m;

Resumo filtros:

Vazão mínima de filtração de cada filtro = 10 m³/h;


Altura do volume de expansão = 0,41 m;

Altura do leito filtrante = 1,22 m;

Serão adotados 2 filtros com as seguintes características: fabricados em polietileno reforçado com fibra de vidro (PRFV) ou aço inox. Volume considerado para cálculo, de 473 litros, altura total de 2,03 m, pressão máxima de serviço 8 bar. Fabricantes: Naturaltec, Ideu, Fusati ou similar tecnicamente.

Sistema de Lavagem:

Será adotado sistema de lavagem com água, contracorrente. Este sistema permite que a inversão do fluxo da água remova a sujeira no elemento filtrante. Para o cálculo da vazão de água neste processo

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	61

será adotada a mínima velocidade recomendada por Norma, 60 cm/min. Desta forma, a vazão de água de lavagem será de:

$$Q_{\text{lavagem}} = 0,01 \text{ m/s} \times 0,29 \text{ m}^2 = 0,0029 \text{ m}^3/\text{s} = 10,4 \text{ m}^3/\text{h}.$$

A lavagem do filtro deverá ser realizada periodicamente observando a medida de turbidez com equipamento apropriado localizado na saída de água para o reservatório superior. Quando o valor da turbidez não estiver de acordo com a recomendação da Portaria de Consolidação Nº 5/2017, Anexo XX, Art. 30, § 1º, deverá ser realizada a retrolavagem do sistema de filtração.

A água que será utilizada para a lavagem dos filtros será a mesma do sistema pressurizado de alimentação proveniente dos poços profundos.

2.8.6.4 VOLUME DOS RESERVATÓRIOS DA ETA

Premissas:

- Volume de consumo diário de 66,2 m³ (fim de plano);
- Vazão de trabalho da ETA = 10 m³/h;

Serão adotados 2 tanques rotomoldados cilíndricos verticais de fundo plano com capacidade de 6.000 litros, cada.

2.8.6.5 DESINFECÇÃO


Conforme a Portaria de Consolidação Nº 5/2017, Anexo XX, Art. 34, “É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg / L de cloro residual livre ou 2 mg / L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg / L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) ”.

Vamos adotar concentração de 1 mg / L, para uma solução comercial de hipoclorito de sódio (agente desinfetante) a 12%.

Cálculo Armazenamento:

- Vazão horária = 2,8 L / s;
- Concentração = 1 mg / L;
- Consumo de Cloro = 2,8 mg de Cl / s = 0,24 Kg de Cl / dia = 7,26 Kg de Cl / mês;
- Solução comercial a 12% - 120 Kg / m³;
- Densidade da solução comercial = 1120 Kg / m³;
- Teor de produto ativo = 12% x 1120 = 134,4 Kg / m³;
- Vol. armazenamento = consumo mensal / teor de produto ativo = 0,054 m³ = 54 litros.

Adotaremos para armazenamento do produto, um tanque rotomoldado cilíndrico vertical de fundo plano com capacidade para 100 litros.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	62

Cálculo Dosagem:

- Vazão horária = 2,8 L / s;
- Concentração = 1 mg / L;
- Consumo de Cloro = 2,8 mg de Cl / s = 0,01 Kg de Cl / h;
- Solução comercial a 12% - 120 Kg / m³;
- Densidade da solução comercial = 1120 Kg / m³;
- Teor de produto ativo = 12% x 1120 = 134,4 Kg / m³;
- Vazão = consumo / teor de produto ativo = 0,08 L / h.

Adotaremos uma bomba dosadora de cloro, construída em material resistente a oxidação por Hipoclorito de Sódio, faixa de dosagem de 0 a 1 L / h.

2.8.6.6 CONTROLE DE pH

Conforme laudos apresentados, a água do terreno adjacente apresentou características ácidas, com pH abaixo de 7,0.

A correção do pH é um método preventivo da corrosão do encanamento. Consiste na alcalinização da água para remover o gás carbônico livre e para provocar a formação de uma película de carbonato na superfície interna das canalizações. Para a formação da camada ou película protetora, eleva-se o pH da água a ponto de saturação (geralmente utiliza-se o hidróxido de cálcio). O controle da quantidade de produto a ser aplicado é feito por intermédio da determinação do pH utilizando-se equipamento específico.


O intervalo de pH para águas de abastecimento é estabelecido pela Portaria MS n.º 2914/2011 entre 6,5 e 9,5. Este parâmetro objetiva minimizar os problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição.

Vamos adotar concentração de 10 mg / L, para uma solução comercial de hidróxido de cálcio a 21% (produto comercial).

Cálculo Armazenamento:

- Vazão horária = 2,8 L / s;
- Concentração = 10 mg / L;
- Consumo de Hidróxido de cálcio = 28 mg Ca(OH)₂ / s = 2,42 kg Ca(OH)₂ / dia = 53,22 kg Ca(OH)₂ / mês;
- Solução comercial a 21% - 214,5 Kg / m³;
- Densidade da solução comercial = 1214,5 Kg / m³;
- Teor de produto ativo = 21% x 1214,5 = 255,045 Kg / m³;
- Vol. armazenamento = consumo mensal / teor de produto ativo = 0,20867 m³ = 208 litros.

Adotaremos para armazenamento do produto, um tanque rotomoldado cilíndrico vertical de fundo plano com capacidade para 230 litros.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL PROJETO EXECUTIVO HIDRÁULICA	Mês Ref.	Pág.
			NOVEMBRO/2020	63

Cálculo Dosagem:

- Vazão horária = 2,8 L / s;
- Concentração = 10 mg / L;
- Consumo de Cloro = Consumo de Hidróxido de cálcio = 28 mg Ca(OH)₂ /s = 0,10 kg Ca(OH)₂ / h;
- Solução comercial a 21% - 214,5 Kg / m³;
- Densidade da solução comercial = 1214,5 Kg / m³;
- Teor de produto ativo = 21% x 1214,5 = 255,045 Kg / m³;
- Vazão = consumo / teor de produto ativo = 0,395 L / h.

Adotaremos uma bomba dosadora, faixa de dosagem de 0 a 1 L / h.

Caso haja necessidade de mudança de dosagem dos químicos para que seja atingido os padrões de cloro livre e pH, estas mudanças poderão ser feitas manualmente nas bombas dosadoras pelos operadores do sistema, desde que os mesmos estejam de posse de medidores de cloro e pH certificados.

Foi previsto em projeto um ramal exclusivo com torneira, dentro da sala de tratamento de água, para que haja coleta periódica da água, a fim de se mensurar os parâmetros (pH, turbidez e teor de cloro livre) para que sejam feitos ajustes, caso necessário.

2.8.6.7 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA DA BOMBA DE RECALQUE (ABASTECIMENTO RESERVATÓRIO SUPERIOR DE ÁGUA POTÁVEL)

As bombas centrífugas de recalque localizadas na sala de tratamento de água, captam a água dos tanques rotomoldados, capacidade 6.000 litros cada, interligados (vasos comunicantes) e fazem o transporte para o reservatório superior de água potável. Para o dimensionamento a seguir, foram seguidas as seguintes premissas:

- Capacidade do reservatório = 37 m³ (consumo para 1 dia);
- Horas de funcionamento da bomba = aproximadamente 4 horas;
- Altura estática de recalque = 21,00 m;
- Vazão considerada = 9,25 m³/h.

Trecho de sucção:

Vazão considerada = 9,25 m³/h;

Diâmetro na tubulação de sucção = 63 mm;

Perda de carga unitária na sucção = 0,0282.

- Comprimento real da tubulação = 2,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 registro de gaveta -

1 x 0,40 = 0,40 m

1 joelho de 90° -	1 x 3,40 = 3,40 m
1 tê de saída bilateral -	1 x 7,60 = 7,60 m
1 união -	1 x 0,10 = 0,10 m
Total comprimento equivalente -	11,50 m
Comprimento total	= 2,00 + 11,50 = 13,50 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.suc} = J \times Lt$$

$$H_{f.suc} = 0,0282 \times 13,50 = 0,38 \text{ m}$$

$$H_{man. suc.} = H_{est. suc.} + H_{f. suc.}$$

$$H_{man. suc.} = 0,00 + 0,38 = 0,38 \text{ mca}$$

Trecho de recalque:

Vazão considerada = 9,25 m³/h;

Diâmetro na tubulação de recalque = 50 mm;

Perda de carga unitária no recalque = 0,0708.

- Comprimento real da tubulação = 30,00 metros;
- Comprimentos equivalentes:

1 registros de gaveta -	1 x 0,30 = 0,30 m
10 joelhos de 90° -	10 x 3,20 = 32,00 m
1 união -	1 x 0,10 = 0,10 m
1 VRV -	1 x 4,80 = 4,80 m
1 tê de passagem direta -	1 x 2,20 = 2,20 m
Total comprimento equivalente -	39,40 m
Comprimento total	= 30,00 + 39,40 = 69,40 m

- Perda de carga no trecho

$$H_{f.rec} = J \times Lt$$

$$H_{f.rec} = 0,0708 \times 69,40 = 4,91 \text{ m}$$

$$H_{man. rec.} = H_{est. rec.} + H_{f. rec.}$$

$$H_{man. rec.} = 21,00 + 4,91 = 25,91 \text{ mca.}$$

Altura manométrica total = Altura manométrica total de recalque + Altura manométrica total de sucção = 0,38 + 25,91 = 26,29 mca.

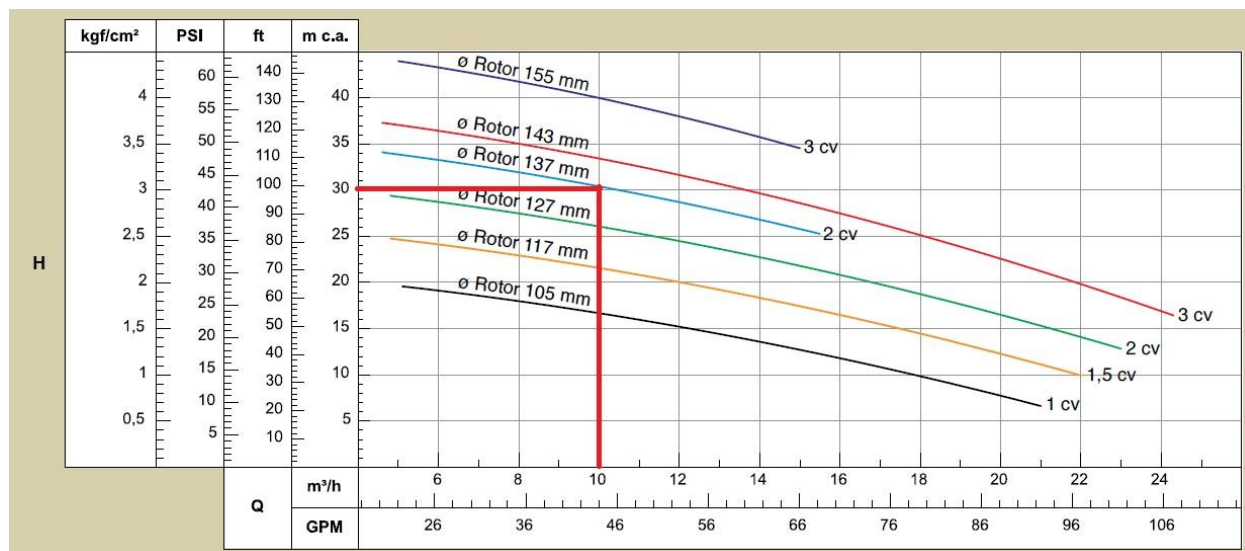


Figura 41 – Curva Bomba Centrífuga

De acordo com os cálculos efetuados, a bomba escolhida para o recalque da água potável da sala de tratamento de água (ETA) Bloco B10 para o reservatório superior de água potável é uma Bomba Centrífuga, Modelo BC-92-S/T-1B, Potência = 2 cv, Vazão = 10 m³/h, Altura manométrica = 30 mca, Fab. Schneider ou similar tecnicamente.

Fortaleza, 17 de novembro de 2020.

Allisson dos Santos Cordeiro

Allisson dos Santos Cordeiro
Responsável Técnico