



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI – DIAMANTINA/MG



UFVJM

BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI - DIAMANTINA/MG

MEMÓRIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

INSTALAÇÕES DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

RESPONSÁVEL TÉCNICO: ENG. CIVIL RODRIGO ALVES DE NOVAES

CREA: 32.643/D – PR

Elaborado por



AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS

Curitiba, março de 2014

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
---	---



Sumário

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	3
1.1 Objeto.....	3
2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE HIDRANTES	3
2.1 Classificação da Edificação	3
2.2 Escolha do Sistema de Combate a Incêndio.....	7
2.3 Hidrantes Mais Desfavoráveis	7
2.4 Pressão Residual Mínima	8
2.5 Comprimento Teórico	8
2.5 Determinação da Perda de Carga	10
2.6 Determinação da Pressão no Ponto A.....	12
2.7 Verificação da Velocidade	13
2.8 Determinação do KA.....	13
2.9 Determinação da Pressão no Hidrante H02.....	14
2.10 Dimensionamento da Bomba.....	15
2.11 Dimensionamento da Bomba Jockey.....	19
2.12 Resumo	22





1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

1.1 Objeto

O presente memorial tem por objetivo discriminar os cálculos realizados para o correto dimensionamento do sistema de hidrantes internos dos Blocos localizados no Campus Biri Biri, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina/MG.

2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE HIDRANTES

2.1 Classificação da Edificação

Os blocos a serem construídos no Campus Biri Biri são:

- Moradias Estudantis: Cada bloco deste tipo é composto por três pavimentos de 1.082,84 m², totalizando 3.248,52 m², e altura de 6,00 m. O Campus possui cinco blocos idênticos a este, compondo assim 16.242,60 m². Eles serão utilizados como alojamento para os alunos que estudam nos outros campus da Universidade;
- Convivência/Estudos: Este bloco é composto por dois pavimentos de 696,96 m², totalizando 1.393,92 m², e altura de 4,62 m. Este será utilizado como local para fins de estudo, possuindo um pequeno acervo;
- Restaurante: Este bloco é composto por dois pavimentos de 696,96 m², totalizando 1.393,92 m², e altura de 4,62 m. Este será utilizado como restaurante para os alunos que residem no Campus.

O Campus Biri Biri é apenas para moradia/alojamento de estudantes. Estes utilizam os outros Campus da Universidade para ter aulas.

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



Ao total, os blocos compõem 19.030,44 m² e foram construídos em estrutura de concreto armado com fechamentos em alvenaria.

Os dados técnicos referentes à edificação podem ser contemplados abaixo:

- Abastecimento por reservatório inferior (tipo castelo);
- Classificação da edificação:
 - Blocos Moradias Estudantis:

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos e divisão A3 com mais de 16 leitos, e assemelhados.
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, hotéis residenciais) e assemelhados.

Figura 1: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (q _f) em MJ/m ²
Serviço de Hospedagem	Hotéis	B-1	500
	Motéis	B-1	500
	Apart-hotéis	B-2	300

Figura 2: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

Risco	Carga Incêndio (MJ/ m ²)
Baixo	Até 300
Médio	Acima de 300 até 1200
Alto	Acima de 1200

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
-------------------------------------	--



Figura 3: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

- Blocos Convivência/Estudos:

→ E	Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitários e assemelhados.
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados.

Figura 4: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

	Processamentos de dados	D-1	400
Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	E-3	300
	Pré-escolas e similares	E-5	300
	Creches e similares	E-5	300
	→ Escolas em geral	E-1/E2/E4/E6	300
	Bibliotecas	F-1	2000

Figura 5: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

→ Risco	Carga Incêndio (MJ/ m ²)
Baixo	Até 300
Médio	Acima de 300 até 1200
Alto	Acima de 1200

Figura 6: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

- Para o Bloco Restaurante:

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
-------------------------------------	--



		F-7	Construção provisória.	Circos, feiras em geral e assemelhados.
	→	F-8	Local para refeição.	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados.
		F-9	Recreação pública.	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados. Edificações permanentes

Figura 7: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

Locais de reunião de público	Bibliotecas	F-1	2000
	Cinemas, teatros e similares	F-5	600
	Circos e assemelhados	F -7	500
	Centros esportivos e de exibição	F-3	150
	Clubes sociais, boates e similares.	F-6	600
	Estações e terminais de passageiros	F-4	200
	Exposições	F -10	Adotar Anexo B
	Igrejas e templos	F-2	200
	Museus	F-1	300
	→ Restaurantes	F-8	300

Figura 8: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

Risco	Carga Incêndio (MJ/ m2)
→ Baixo	Até 300
Médio	Acima de 300 até 1200
Alto	Acima de 1200

Figura 9: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
-------------------------------------	--

2.2 Escolha do Sistema de Combate a Incêndio

Para esta construção é necessário o uso de sistema de hidrantes, conforme Decreto 44.746, 2008 (MG).

A Figura 10 dá os parâmetros para o sistema de hidrantes.

Os hidrantes dos blocos convivência/estudos e restaurante serão do tipo 2, portanto a vazão mínima no hidrante mais desfavorável deve ser de 125 LPM.

Já nos blocos moradias, por serem tipo 3, necessitam de uma vazão mínima no hidrante mais desfavorável deve ser de 250 LPM.

Sistema	Tipo	Esguicho	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima ao hidrante mais desfavorável (LPM)*
			Diâmetro (mm)	Comprimento Máximo (m)		
Mangotinho	1	Jato regulável	25 ou 32	45 ¹	Simplex	100 ²
Hidrante	2	Jato compacto Ø 13 mm ou regulável	40	30 ³	Simplex	125
Hidrante	3	Jato compacto Ø 16 mm ou regulável	40	30	Simplex	250
Hidrante	4	Jato compacto Ø 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simplex	400
Hidrante	5	Jato compacto Ø 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	650

* as vazões correspondem a cada saída.

Figura 10: Tipos de Sistema de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos
Fonte: IT. 017

2.3 Hidrantes Mais Desfavoráveis

Serão dimensionados os dois hidrantes mais desfavoráveis, pois estes são os que recebem menor pressão, trabalhando de forma simultânea.

Entende-se como hidrante mais desfavorável aquele em que a água chega com menor pressão.

Os hidrantes mais desfavoráveis do Campus estão no Bloco 02 Moradias Estudantis. Sendo que o Hidrante H-01 deste Bloco é o mais desfavorável e o Hidrante H-02 é o segundo mais desfavorável.

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



2.4 Pressão Residual Mínima

Para um esguicho jato compacto com requinte Ø 16 mm, como é neste Bloco, o Kesg é de 51,40 L/min.mca^{-1/2}. Portanto, a pressão no esguicho desfavorável pode ser expressa como:

$$p = \frac{Q^2}{K^2}$$

Onde:

- Q é a vazão no hidrante (L/min);
- K é o fator de vazão ou descarga (L/min.mca^{-1/2}).

$$\therefore p = \frac{250^2}{51,40^2}$$

$$p = 23,66 \text{ mca}$$

2.5 Comprimento Teórico

O comprimento teórico da canalização pode ser calculado por:

$$Itc = Inc + Iec$$

Onde:

- Itc é o comprimento teórico da canalização (m);
- Inc é o comprimento linear (m);
- Iec é o comprimento equivalente da canalização (m).

Para efeito de cálculo, será denominado como ponto A a intersecção mostrada na Figura 11:

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--

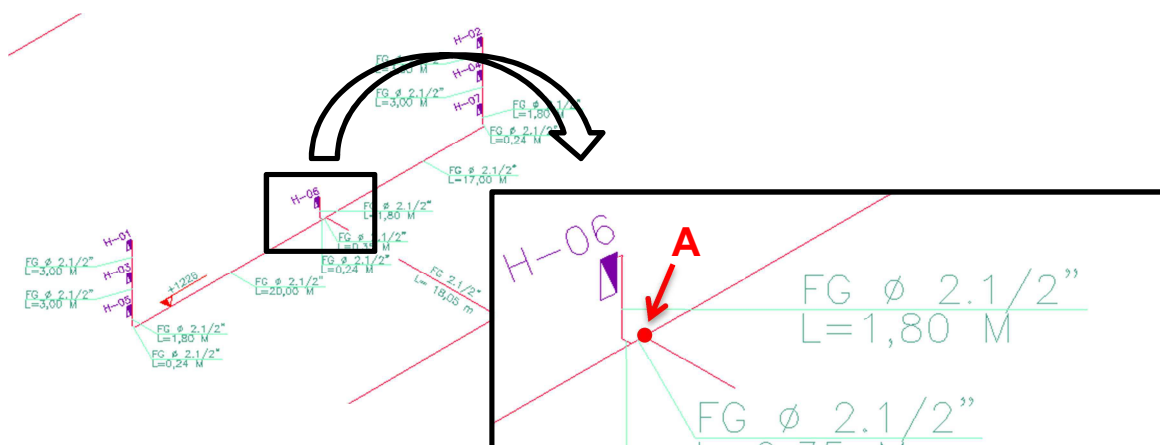


Figura 11: Localização do Ponto A

O comprimento teórico de A até o Hidrante 01 do Bloco Moradias 02:

$$lnc H01 = 28,39 \text{ m}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
3	Tê de Passagem direta	2.1/2"	0,41	1,23
3	Joelho de 90°	2.1/2"	2,35	7,05

$$lec H01 = 8,28 \text{ m}$$

$$\therefore Itc H01 = 28,39 + 8,28 = 36,67 \text{ m}$$

O comprimento teórico de A até o Hidrante 02 do Bloco Moradias 02:

$$lnc H02 = 25,04 \text{ m}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
3	Joelho de 90°	2.1/2"	2,35	7,05
1	Tê de saída bilateral	2.1/2"	4,16	4,16
2	Tê de passagem direta	2.1/2"	0,41	0,82

$$lec H02 = 12,03 \text{ m}$$

$$\therefore Itc H02 = 25,04 + 12,03 = 37,07 \text{ m}$$

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	---



Como na Figura 10, a vazão mínima exigida para os hidrantes mais desfavoráveis é:

$$QH01 = QH02 = 250 \text{ L/min}$$

$$QH01 = QH02 = 0,00417 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.5 Determinação da Perda de Carga

A perda de carga no ramal de alimentação de H01 (entre H01 e o ponto A) pode ser calculada por:

$$hpa01 = hpc + hpv + hpm + hpesg$$

Onde:

- Hpa01 é a perda de carga total no ramal de alimentação do hidrante (mca);
- hpc é a perda de carga no segmento de canalização do ramal (mca);
- hpv é a perda de carga na válvula angular (mca);
- hpm é a perda de carga na mangueira do hidrante (mca);
- hpesg é a perda de carga no esguicho (mca).

Para calcular a perda de carga no segmento de canalização do ramal pode-se usar a fórmula de Hazen-Williams:

$$hpc = \frac{10,65 \cdot QH01^{1,85} \cdot ltc}{C^{1,85} \cdot dc^{4,87}}$$

Onde:

- ltc é o comprimento teórico da canalização (m);
- C é o coeficiente de atrito de Hazen-Williams (adimensional);
- dc é o diâmetro interno da canalização (m).

O valor do coeficiente C é tabelado, sendo que para aço galvanizado ele equivale a 120.

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$\therefore h_{pc} = \frac{10,65 \cdot 0,00417^{1,85} \cdot 36,67}{120^{1,85} \cdot 0,065^{4,87}}$$

$$h_{pc} = 1,33 \text{ mca}$$

O valor da perda de carga na válvula angular pode ser calculado por:

$$h_{pv} = k \cdot \frac{V_v^2}{2 \cdot g}$$

Onde:

- V_v é a velocidade na válvula angular (m/s);
- k é o coeficiente próprio de singularidade. Para válvula angular, $k=5$;
- g é a aceleração da gravidade (padrão = 9,81 m/s²).

Sendo que:

$$V_v = \frac{QH_{01}}{A_v}$$

Onde:

- A_v é a área da seção da válvula angular (m²).

$$V_v = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,04^2}{4}}$$

$$V_v = 3,32 \text{ m/s}$$

$$\therefore h_{pv} = \frac{5 \cdot 3,32^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{pv} = 2,80 \text{ mca}$$

A perda de carga na mangueira ($p/L = 30 \text{ m}$ e $D = 40 \text{ mm}$) é calculada por:

$$h_{pm} = 280000 \cdot QH_{01}^{1,85}$$

$$h_{pm} = 280000 \cdot 0,00417^{1,85}$$

$$h_{pm} = 11,08 \text{ mca}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



A perda de carga no esguicho jato compacto 16 mm é de 51,40 L/min/mca^{1/2}, conforme Brentano¹.

$$h_{pesg} = k_{esg} \cdot \frac{V_{esg}^2}{2g}$$

Onde:

- h_{pesg} é a perda de carga no esguicho tronco cônico (mca);
- V_{esg} é a velocidade na saída do esguicho (m/s);
- k_{esg} é o coeficiente próprio de singularidade ($k=0,10$);
- g é a aceleração da gravidade (padrão = 9,81 m/s²).

$$V_{esg} = \frac{QH01}{A_{esg}}$$

$$V_{esg} = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,016^2}{4}}$$

$$V_{esg} = 20,72 \text{ m/s}$$

$$\therefore h_{pesg} = \frac{0,10 \cdot 20,72^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{pesg} = 2,19 \text{ mca}$$

$$\therefore h_{pa} H01 = 1,33 + 2,80 + 11,08 + 2,19$$

$$h_{pa} H01 = 17,40 \text{ mca}$$

2.6 Determinação da Pressão no Ponto A

Será calculada a pressão mínima necessária no ponto A para atender a vazão mínima do hidrante H01.

$$p_A = p_{H01} + h_{pa} H01$$

$$p_A = 23,66 + 17,40$$

¹ Brentano, Telmo. *Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações*. São Paulo, 2011. Pg. 358, Tabela 9.1.

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$pA = 41,06 \text{ mca}$$

2.7 Verificação da Velocidade

A tubulação que alimenta o hidrante H01 é de 65 mm. Para verificar se este diâmetro não faz com que a velocidade de escoamento do fluido na tubulação não ultrapasse o limite têm-se:

$$V_c = \frac{QH_{01}}{A_c}$$

Onde:

- V_c é a velocidade do fluido na canalização (m/s);
- Q_{H5} é a vazão no hidrante H5 (L/min);
- A_c é a área da seção da canalização no ramal do hidrante H5 (m²).

$$V_c = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,065^2}{4}}$$

$$V_c = 1,26 \text{ m/s} \leq 3,0 \text{ m/s (Veloc. Máx.)} \therefore \text{Valor Adequado.}$$

2.8 Determinação do KA

Para a determinação do fator de vazão no ponto A:

$$K = \frac{QH_{01}}{\sqrt{pA}}$$

Onde:

- K é o fator de vazão do esguicho (L/min.mca^{-1/2})
- Q é a vazão mínima no hidrante (L/min)
- p é a pressão no esguicho do hidrante (mca)

$$K = \frac{250}{\sqrt{41,06}}$$

$$K = 39,01 \text{ L/min.mca}^{-1/2}$$

 AS BUILT PROJETOS AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$K = 12,34 \text{ L/min.KPa}^{-1/2}$$

2.9 Determinação da Pressão no Hidrante H02

A pressão no hidrante H02 é dada pela pressão em A, subtraídas as perdas de carga no ramal entre A e H02. Assim:

$$p_{H02} = p_A - h_{pa}(A - H02)$$

$$h_{pa}(A - H02) = h_{pc} + h_{pm} + h_{pesg}$$

Onde:

- $h_{pa}(A-H02)$ é a perda de carga total no ramal entre o ponto A e o H02 (mca);
- h_{pc} é a perda de carga no segmento de canalização do ramal (mca);
- h_{pm} é a perda de carga na mangueira do hidrante (mca);
- h_{pesg} é a perda de carga no esguicho (mca).

Para calcular a perda de carga no segmento de canalização do ramal pode-se usar a fórmula de Hazen-Williams:

$$h_{pc02} = \frac{10,65 \cdot Q_{H02}^{1,85} \cdot l_{tc}}{C^{1,85} \cdot d_c^{4,87}}$$

Onde:

- l_{tc} é o comprimento teórico da canalização (m);
- C é o coeficiente de atrito de Hazen-Williams (adimensional);
- d_c é o diâmetro interno da canalização (m).

O valor do coeficiente C é tabelado, sendo que para aço galvanizado ele equivale a 120.

Para efeito de cálculo, será considerado que a vazão em H02 também seja a mínima exigida (250 L/min).

$$\therefore h_{pc} = \frac{10,65 \cdot 0,00417^{1,85} \cdot 37,07}{120^{1,85} \cdot 0,065^{4,87}}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$h_{pc} = 1,34 \text{ mca}$$

Como já calculado anteriormente:

$$h_{pv} = 2,80 \text{ mca}$$

$$h_{pm} = 11,06 \text{ mca}$$

$$h_{pesg} = 2,19 \text{ mca}$$

$$\therefore h_{pa} H02 = 1,34 + 2,80 + 11,06 + 2,19$$

$$h_{pa} H02 = 17,39 \text{ mca}$$

Logo:

$$pH02 = 41,06 - 17,39$$

$$pH02 = 23,67 \text{ mca}$$

2.10 Dimensionamento da Bomba

A altura manométrica total é:

$$h_{mt} = pA + h_{mR} - A + h_{precalque} + h_{psucção}$$

Sendo que a altura manométrica entre o reservatório e o ponto H01 é:

$$h_{mR} - H01 = 1231 - (1227 + 7,80) = 3,80 \text{ mca}$$

Onde 1231 m é o nível do reservatório, 1227 m é o nível do pavimento térreo do bloco Moradias estudantis 02 e 7,80 m é a altura entre o piso do térreo do Bloco Moradias Estudantis 02 e os Hidrantes 01 e 02.

A perda de carga na tubulação de sucção é calculada por:

$$h_{p \text{ sucção}} = \frac{10,65 \cdot (QH01 + QH02)^{1,85} \cdot It \text{ sucção}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}}$$

$$It \text{ sucção} = In \text{ sucção} + le \text{ sucção}$$



Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Válvula de pé e crivo	4"	28,60	28,60
1	Joelho 90°	4"	3,76	3,76
1	Tê de saída lateral	4"	5,49	5,49
2	Registro de gaveta	4"	1,0	2,0
2	Joelho 45°	4"	1,73	3,46
2	Canalização de Saída	4"	3,90	7,80
1	Canalização de Entrada	4"	2,20	2,20

$$\therefore l_e \text{ sucção} = 53,31 \text{ m}$$

$$l_n \text{ sucção} = 4,30 \text{ m}$$

$$l_t \text{ sucção} = 57,61 \text{ m}$$

$$h_p \text{ sucção} = \frac{10,65 \cdot (0,00834)^{1,85} \cdot 57,61}{120^{1,85} \cdot 0,1^{4,87}}$$

$$h_p \text{ sucção} = 0,92 \text{ mca}$$

Assim como a perda de carga na tubulação de recalque é calculada por:

$$h_p \text{ recalque} = \frac{10,65 \cdot (QH01 + QH02)^{1,85} \cdot l_t \text{ recalque}}{C^{1,85} \cdot d_c^{4,87}}$$

$$l_t \text{ recalque} = l_n \text{ recalque} + l_e \text{ recalque}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Bucha de Redução	2.1/2" x 1.1/2"	0,70	0,70
1	Válvula de retenção	4"	16,00	16,00
1	Registro de gaveta aberto	4"	1,0	1,0
2	Tê de saída lateral	4"	5,49	10,98
1	Canalização de Saída	4"	3,90	3,90

$$l_e \text{ recalque} = 32,58 \text{ m}$$

$$l_n \text{ recalque} = 112,65 \text{ m}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	---



$$l_{t \text{ recalque}} = 145,23 \text{ m}$$

$$h_{p \text{ recalque}} = \frac{10,65 \cdot (0,00834)^{1,85} \cdot 145,23}{120^{1,85} \cdot 0,1^{4,87}}$$

$$h_{p \text{ recalque}} = 2,33 \text{ mca}$$

Então:

$$h_{mt} = 41,06 + 3,80 + 0,92 + 2,33$$

$$h_{mt} = 48,11 \text{ mca}$$

A altura manométrica necessária é de 48,11 mca e faz-se necessário o uso de bomba.

Para a escolha da bomba serão utilizados os gráficos fornecidos pelo fabricante. Nesse caso optou-se por uma bomba da KSB.

Dados de entrada:

- $Q_t = 500 \text{ L/min} = 30,00 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $H_{mt} = 48,11 \text{ m}$.

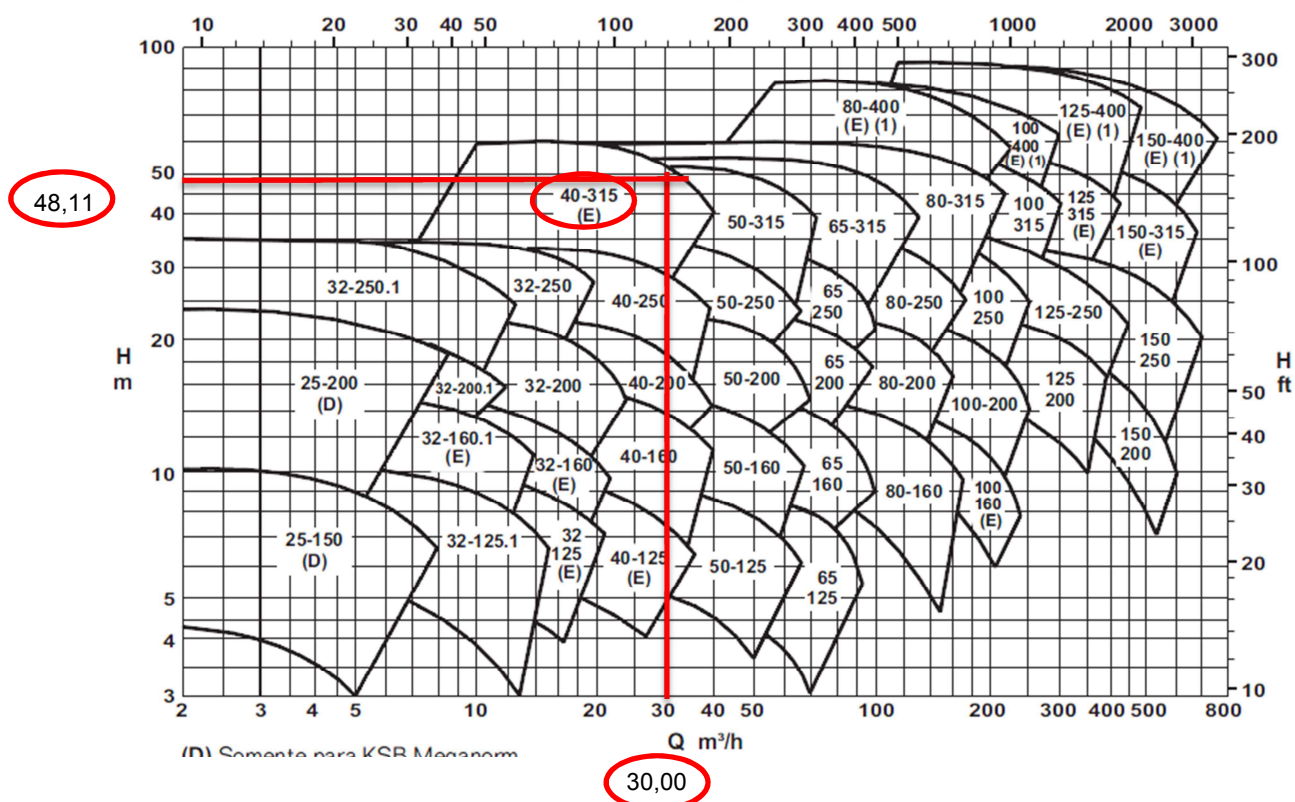
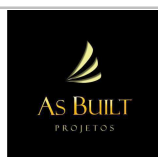
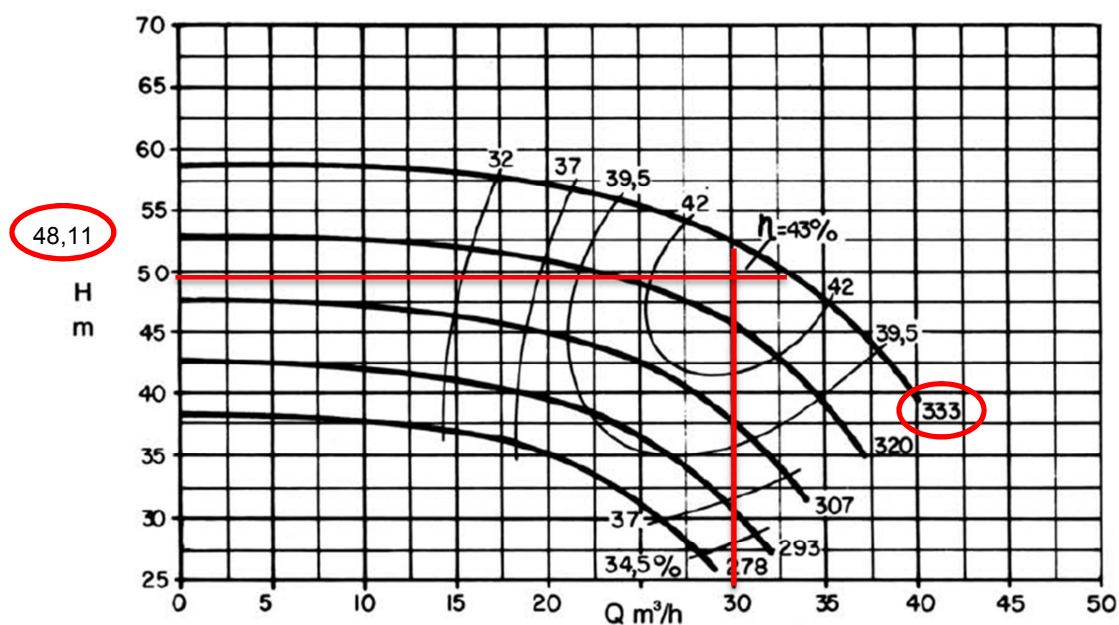


Figura 12: Diagrama de seleção ou gráfico de quadrículas das bombas KSB p/ 1.750 rpm
Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI

Figura 13: Curva característica da bomba 40-315 (1.750 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB

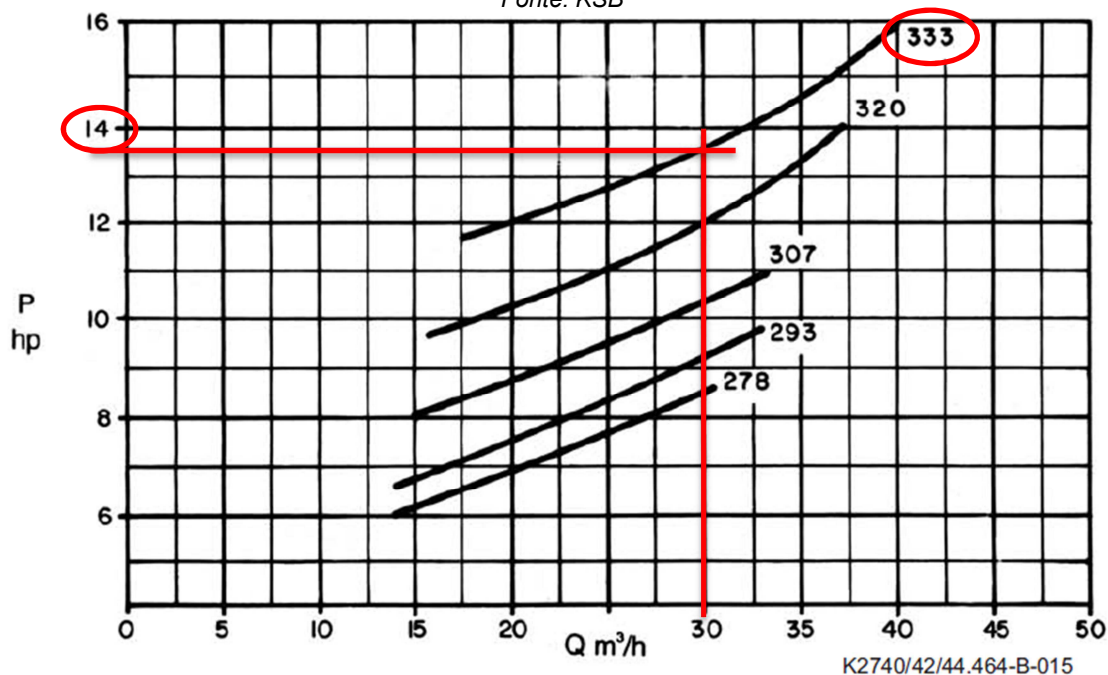


Figura 14: Curva característica da bomba 40-315 (1750 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB

Dados da bomba (ou similar):

- Modelo KSB 40-315;
- Rendimento: 43 %;
- Diâmetro do rotor: 333 mm;
- 1.750 rpm;
- Potência: 14,0 CV.

2.11 Dimensionamento da Bomba Jockey

Como o reservatório é inferior, faz-se necessário o uso de uma bomba tipo jockey para manter a pressão na rede.

Da Figura 13 têm-se que:

$$H_{mj} = 58 \text{ m}$$

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--

Por norma:

$$Q_j = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

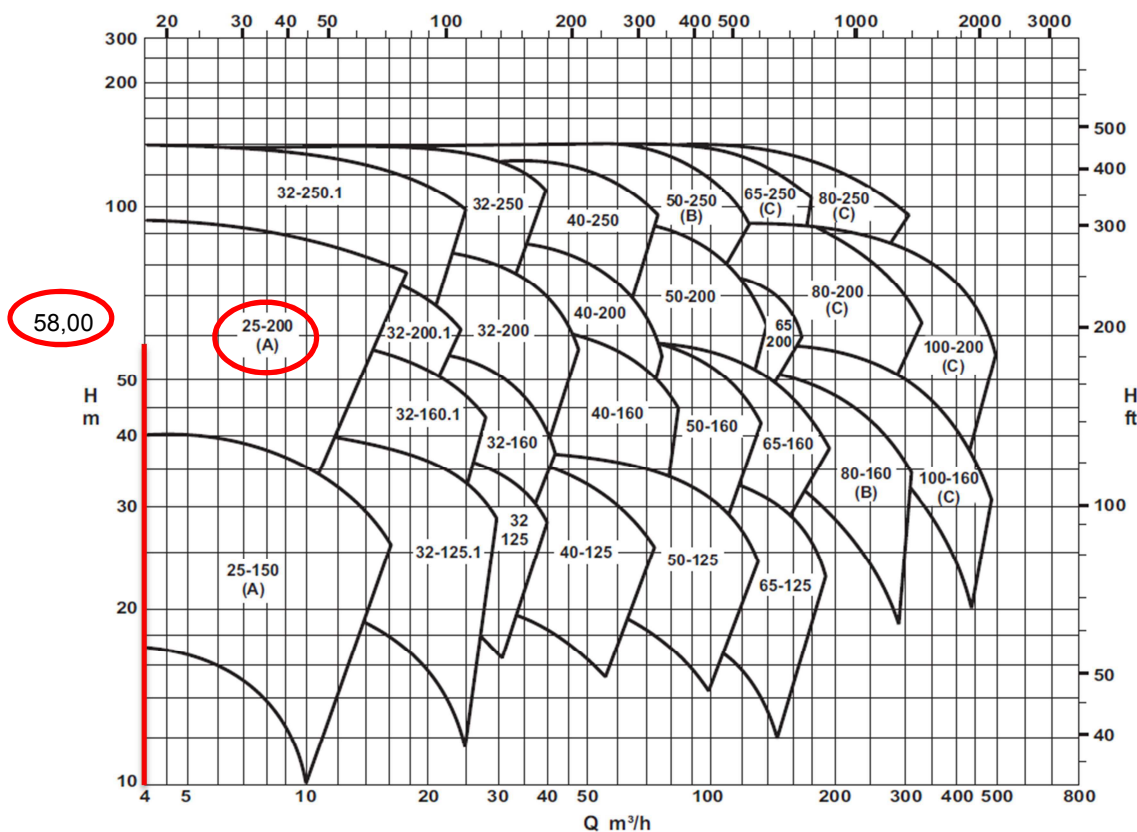


Figura 15: Diagrama de seleção ou gráfico de quadriculas das bombas KSB p/ 3.500rpm
 Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
 PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
 UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
 MUCURI

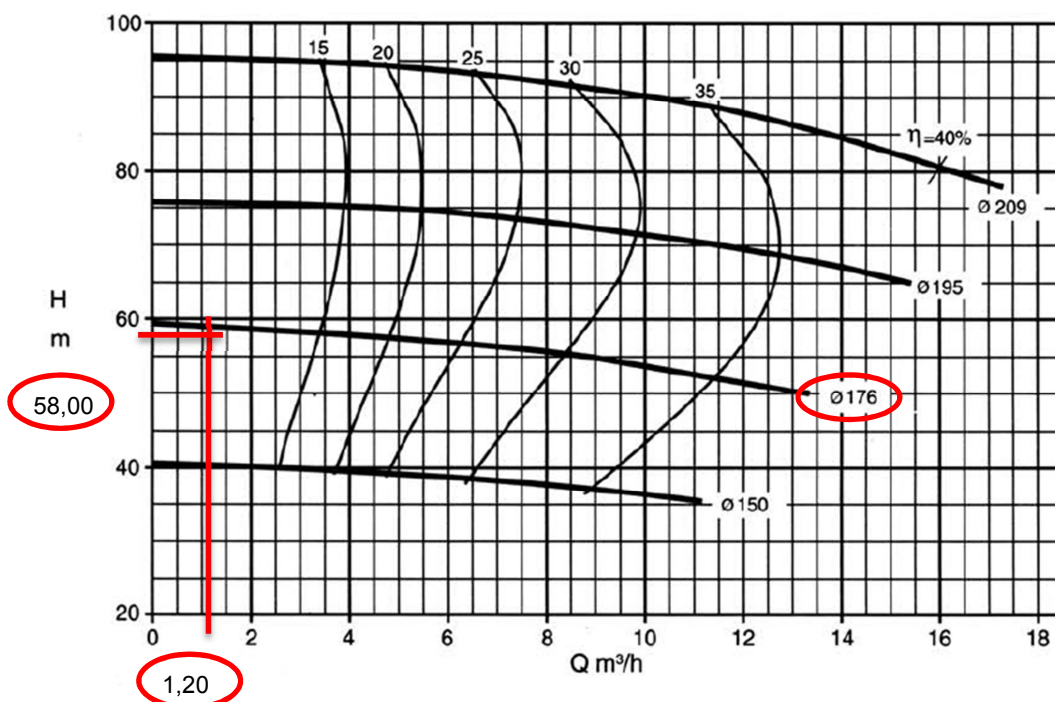


Figura 16: Curva característica da bomba 25-200 (3.500 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB

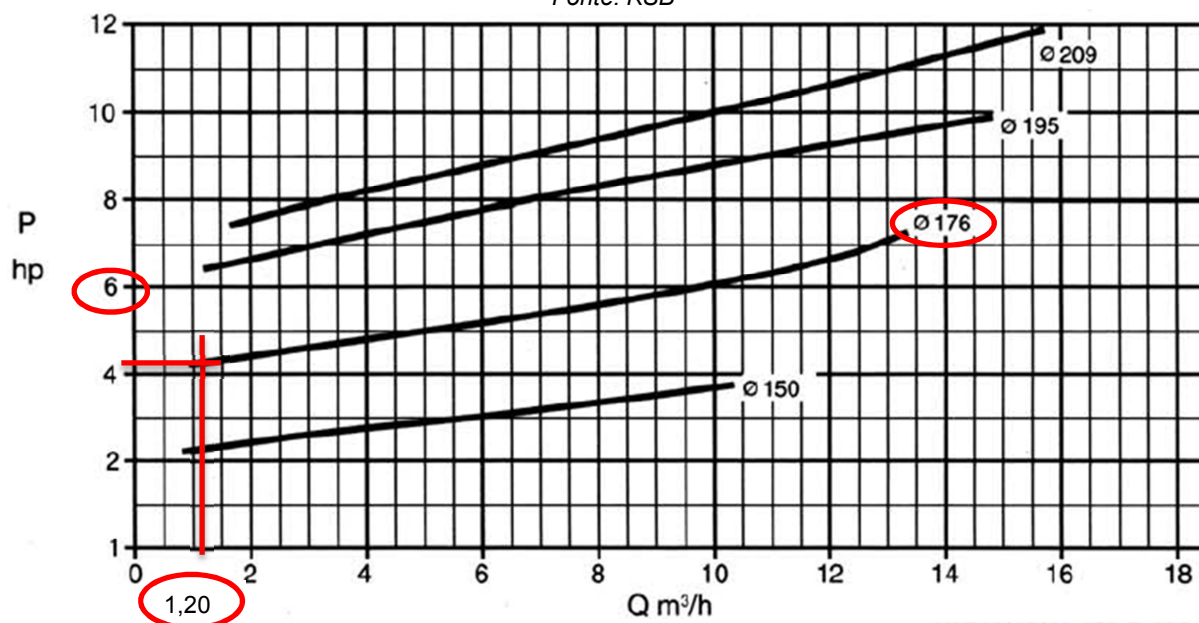
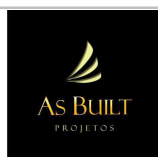


Figura 17: Curva característica da bomba 25-200 (3.500 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
 PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
 UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
 MUCURI



Dados da bomba jockey (ou similar):

- Modelo KSB 25-200;
- Rendimento: 40 %;
- Diâmetro do rotor: 176 mm;
- 3.500 rpm;
- Potência: 6,0 CV.

2.12 Resumo

Assim sendo, de acordo com este memorial, para o Bloco Moradias 02:

- **H01:**
 - $Q = 250 \text{ L/min}$;
 - $P = 41,06 - 17,40 = 23,66 \text{ mca.}$
- **H02:**
 - $Q = 250 \text{ L/min}$;
 - $P = 23,67 \text{ mca.}$

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
CAMPUS BIRI BIRI - DIAMANTINA
PROPRIETÁRIO
CNPJ: 16.888.315/0001-57

RODRIGO ALVES DE NOVAES
ENGENHEIRO CIVIL
CREA PR/32.643-D

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI – DIAMANTINA/MG



UFVJM

BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI - DIAMANTINA/MG

MEMÓRIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

INSTALAÇÕES DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

RESPONSÁVEL TÉCNICO: ENG. CIVIL RODRIGO ALVES DE NOVAES

CREA: 32.643/D – PR

Elaborado por



AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS

Curitiba, março de 2014

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
---	---



Sumário

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	3
1.1 Objeto.....	3
2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE HIDRANTES	3
2.1 Classificação da Edificação	3
2.2 Escolha do Sistema de Combate a Incêndio.....	7
2.3 Hidrantes Mais Desfavoráveis	7
2.4 Pressão Residual Mínima	8
2.5 Comprimento Teórico	8
2.5 Determinação da Perda de Carga	10
2.6 Determinação da Pressão no Ponto A.....	12
2.7 Verificação da Velocidade	13
2.8 Determinação do KA.....	13
2.9 Determinação da Pressão no Hidrante H02.....	14
2.10 Dimensionamento da Bomba.....	15
2.11 Dimensionamento da Bomba Jockey.....	19
2.12 Resumo	22



AS BUILT ENGENHARIA DE
PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI



1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

1.1 Objeto

O presente memorial tem por objetivo discriminar os cálculos realizados para o correto dimensionamento do sistema de hidrantes internos dos Blocos localizados no Campus Biri Biri, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina/MG.

2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE HIDRANTES

2.1 Classificação da Edificação

Os blocos a serem construídos no Campus Biri Biri são:

- Moradias Estudantis: Cada bloco deste tipo é composto por três pavimentos de 1.082,84 m², totalizando 3.248,52 m², e altura de 6,00 m. O Campus possui cinco blocos idênticos a este, compondo assim 16.242,60 m². Eles serão utilizados como alojamento para os alunos que estudam nos outros campus da Universidade;
- Convivência/Estudos: Este bloco é composto por dois pavimentos de 696,96 m², totalizando 1.393,92 m², e altura de 4,62 m. Este será utilizado como local para fins de estudo, possuindo um pequeno acervo;
- Restaurante: Este bloco é composto por dois pavimentos de 696,96 m², totalizando 1.393,92 m², e altura de 4,62 m. Este será utilizado como restaurante para os alunos que residem no Campus.

O Campus Biri Biri é apenas para moradia/alojamento de estudantes. Estes utilizam os outros Campus da Universidade para ter aulas.

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



Ao total, os blocos compõem 19.030,44 m² e foram construídos em estrutura de concreto armado com fechamentos em alvenaria.

Os dados técnicos referentes à edificação podem ser contemplados abaixo:

- Abastecimento por reservatório inferior (tipo castelo);
- Classificação da edificação:
 - Blocos Moradias Estudantis:

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos e divisão A3 com mais de 16 leitos, e assemelhados.
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, hotéis residenciais) e assemelhados.

Figura 1: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (q _{fi}) em MJ/m ²
Serviço de Hospedagem	Hotéis	B-1	500
	Motéis	B-1	500
	Apart-hotéis	B-2	300

Figura 2: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

Risco	Carga Incêndio (MJ/ m ²)
Baixo	Até 300
Médio	Acima de 300 até 1200
Alto	Acima de 1200

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
-------------------------------------	--



Figura 3: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

- Blocos Convivência/Estudos:

→ E	Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitários e assemelhados.
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados.

Figura 4: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

	Processamentos de dados	D-1	400
Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	E-3	300
	Pré-escolas e similares	E-5	300
	Creches e similares	E-5	300
	→ Escolas em geral	E-1/E2/E4/E6	300
	Bibliotecas	F-1	2000

Figura 5: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

	Risco	Carga Incêndio (MJ/ m ²)
→	Baixo	Até 300
	Médio	Acima de 300 até 1200
	Alto	Acima de 1200

Figura 6: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

- Para o Bloco Restaurante:

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
-------------------------------------	--



		F-7	Construção provisória.	Circos, feiras em geral e assemelhados.
	→	F-8	Local para refeição.	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados.
		F-9	Recreação pública.	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados. Edificações permanentes

Figura 7: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

Locais de reunião de público	Bibliotecas	F-1	2000
	Cinemas, teatros e similares	F-5	600
	Circos e assemelhados	F -7	500
	Centros esportivos e de exibição	F-3	150
	Clubes sociais, boates e similares.	F-6	600
	Estações e terminais de passageiros	F-4	200
	Exposições	F -10	Adotar Anexo B
	Igrejas e templos	F-2	200
	Museus	F-1	300
	→ Restaurantes	F-8	300

Figura 8: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

Risco	Carga Incêndio (MJ/ m2)
→ Baixo	Até 300
Médio	Acima de 300 até 1200
Alto	Acima de 1200

Figura 9: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
-------------------------------------	--



2.2 Escolha do Sistema de Combate a Incêndio

Para esta construção é necessário o uso de sistema de hidrantes, conforme Decreto 44.746, 2008 (MG).

A Figura 10 dá os parâmetros para o sistema de hidrantes.

Os hidrantes dos blocos convivência/estudos e restaurante serão do tipo 2, portanto a vazão mínima no hidrante mais desfavorável deve ser de 250 LPM.

Já nos blocos moradias, por serem tipo 3, necessitam de uma vazão mínima no hidrante mais desfavorável deve ser de 250 LPM.

Sistema	Tipo	Esguicho	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima ao hidrante mais desfavorável (LPM)*
			Diâmetro (mm)	Comprimento Máximo (m)		
Mangotinho	1	Jato regulável	25 ou 32	45 ¹	Simple	100 ²
Hidrante	2	Jato compacto Ø 13 mm ou regulável	40	30 ³	Simple	125
Hidrante	3	Jato compacto Ø 16 mm ou regulável	40	30	Simple	250
Hidrante	4	Jato compacto Ø 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simple	400
Hidrante	5	Jato compacto Ø 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	650

* as vazões correspondem a cada saída.

Figura 10: Tipos de Sistema de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos
Fonte: IT. 017

2.3 Hidrantes Mais Desfavoráveis

Serão dimensionados os dois hidrantes mais desfavoráveis, pois estes são os que recebem menor pressão, trabalhando de forma simultânea.

Entende-se como hidrante mais desfavorável aquele em que a água chega com menor pressão.

Os hidrantes mais desfavoráveis do Campus estão no Bloco 02 Moradias Estudantis. Sendo que o Hidrante H-01 deste Bloco é o mais desfavorável e o Hidrante H-02 é o segundo mais desfavorável.

	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES
	PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI



2.4 Pressão Residual Mínima

Para um esguicho jato compacto com requinte Ø 16 mm, como é neste Bloco, o Kesg é de 51,40 L/min.mca^{-1/2}. Portanto, a pressão no esguicho desfavorável pode ser expressa como:

$$p = \frac{Q^2}{K^2}$$

Onde:

- Q é a vazão no hidrante (L/min);
- K é o fator de vazão ou descarga (L/min.mca^{-1/2}).

$$\therefore p = \frac{250^2}{51,40^2}$$

$$p = 23,66 \text{ mca}$$

2.5 Comprimento Teórico

O comprimento teórico da canalização pode ser calculado por:

$$Itc = Inc + Iec$$

Onde:

- Itc é o comprimento teórico da canalização (m);
- Inc é o comprimento linear (m);
- Iec é o comprimento equivalente da canalização (m).

Para efeito de cálculo, será denominado como ponto A a intersecção mostrada na Figura 11:

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--

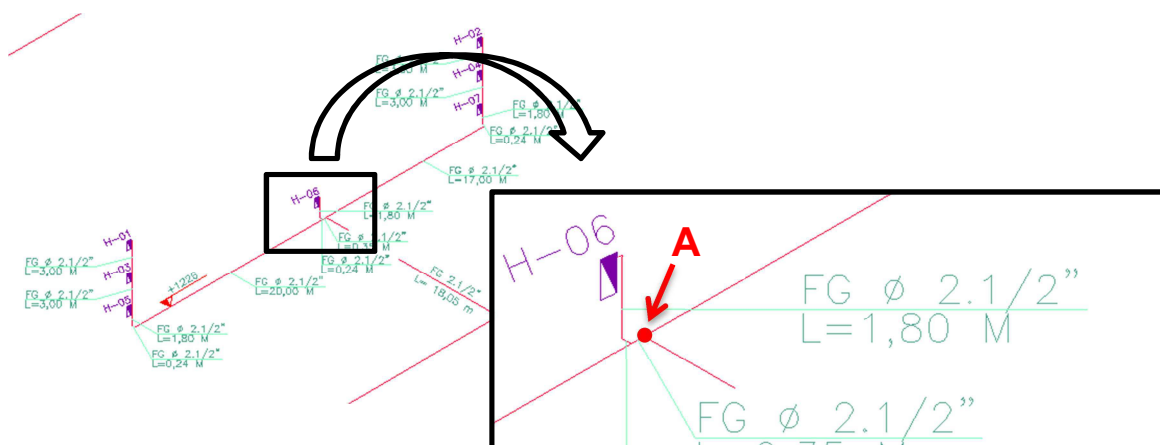


Figura 11: Localização do Ponto A

O comprimento teórico de A até o Hidrante 01 do Bloco Moradias 02:

$$lnc H01 = 28,39 \text{ m}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
3	Tê de Passagem direta	2.1/2"	0,41	1,23
3	Joelho de 90°	2.1/2"	2,35	7,05

$$lec H01 = 8,28 \text{ m}$$

$$\therefore Itc H01 = 28,39 + 8,28 = 36,67 \text{ m}$$

O comprimento teórico de A até o Hidrante 02 do Bloco Moradias 02:

$$lnc H02 = 25,04 \text{ m}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
3	Joelho de 90°	2.1/2"	2,35	7,05
1	Tê de saída bilateral	2.1/2"	4,16	4,16
2	Tê de passagem direta	2.1/2"	0,41	0,82

$$lec H02 = 12,03 \text{ m}$$

$$\therefore Itc H02 = 25,04 + 12,03 = 37,07 \text{ m}$$

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	---



Como na Figura 10, a vazão mínima exigida para os hidrantes mais desfavoráveis é:

$$QH01 = QH02 = 250 \text{ L/min}$$

$$QH01 = QH02 = 0,00417 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.5 Determinação da Perda de Carga

A perda de carga no ramal de alimentação de H01 (entre H01 e o ponto A) pode ser calculada por:

$$hpa01 = hpc + hpv + hpm + hpesg$$

Onde:

- Hpa01 é a perda de carga total no ramal de alimentação do hidrante (mca);
- hpc é a perda de carga no segmento de canalização do ramal (mca);
- hpv é a perda de carga na válvula angular (mca);
- hpm é a perda de carga na mangueira do hidrante (mca);
- hpesg é a perda de carga no esguicho (mca).

Para calcular a perda de carga no segmento de canalização do ramal pode-se usar a fórmula de Hazen-Williams:

$$hpc = \frac{10,65 \cdot QH01^{1,85} \cdot ltc}{C^{1,85} \cdot dc^{4,87}}$$

Onde:

- ltc é o comprimento teórico da canalização (m);
- C é o coeficiente de atrito de Hazen-Williams (adimensional);
- dc é o diâmetro interno da canalização (m).

O valor do coeficiente C é tabelado, sendo que para aço galvanizado ele equivale a 120.

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$\therefore h_{pc} = \frac{10,65 \cdot 0,00417^{1,85} \cdot 36,67}{120^{1,85} \cdot 0,065^{4,87}}$$

$$h_{pc} = 1,33 \text{ mca}$$

O valor da perda de carga na válvula angular pode ser calculado por:

$$h_{pv} = k \cdot \frac{V_v^2}{2 \cdot g}$$

Onde:

- V_v é a velocidade na válvula angular (m/s);
- k é o coeficiente próprio de singularidade. Para válvula angular, $k=5$;
- g é a aceleração da gravidade (padrão = 9,81 m/s²).

Sendo que:

$$V_v = \frac{QH_{01}}{A_v}$$

Onde:

- A_v é a área da seção da válvula angular (m²).

$$V_v = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,04^2}{4}}$$

$$V_v = 3,32 \text{ m/s}$$

$$\therefore h_{pv} = \frac{5 \cdot 3,32^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{pv} = 2,80 \text{ mca}$$

A perda de carga na mangueira ($p/L = 30 \text{ m}$ e $D = 40 \text{ mm}$) é calculada por:

$$h_{pm} = 280000 \cdot QH_{01}^{1,85}$$

$$h_{pm} = 280000 \cdot 0,00417^{1,85}$$

$$h_{pm} = 11,08 \text{ mca}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



A perda de carga no esguicho jato compacto 16 mm é de 51,40 L/min/mca^{1/2}, conforme Brentano¹.

$$h_{pesg} = k_{esg} \cdot \frac{V_{esg}^2}{2g}$$

Onde:

- h_{pesg} é a perda de carga no esguicho tronco cônico (mca);
- V_{esg} é a velocidade na saída do esguicho (m/s);
- k_{esg} é o coeficiente próprio de singularidade ($k=0,10$);
- g é a aceleração da gravidade (padrão = 9,81 m/s²).

$$V_{esg} = \frac{QH01}{A_{esg}}$$

$$V_{esg} = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,016^2}{4}}$$

$$V_{esg} = 20,72 \text{ m/s}$$

$$\therefore h_{pesg} = \frac{0,10 \cdot 20,72^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{pesg} = 2,19 \text{ mca}$$

$$\therefore h_{pa} H01 = 1,33 + 2,80 + 11,08 + 2,19$$

$$h_{pa} H01 = 17,40 \text{ mca}$$

2.6 Determinação da Pressão no Ponto A

Será calculada a pressão mínima necessária no ponto A para atender a vazão mínima do hidrante H01.

$$p_A = p_{H01} + h_{pa} H01$$

$$p_A = 23,66 + 17,40$$

¹ Brentano, Telmo. *Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações*. São Paulo, 2011. Pg. 358, Tabela 9.1.

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$pA = 41,06 \text{ mca}$$

2.7 Verificação da Velocidade

A tubulação que alimenta o hidrante H01 é de 65 mm. Para verificar se este diâmetro não faz com que a velocidade de escoamento do fluido na tubulação não ultrapasse o limite têm-se:

$$V_c = \frac{QH_{01}}{A_c}$$

Onde:

- V_c é a velocidade do fluido na canalização (m/s);
- Q_{H5} é a vazão no hidrante H5 (L/min);
- A_c é a área da seção da canalização no ramal do hidrante H5 (m²).

$$V_c = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,065^2}{4}}$$

$$V_c = 1,26 \text{ m/s} \leq 3,0 \text{ m/s (Veloc. Máx.)} \therefore \text{Valor Adequado.}$$

2.8 Determinação do KA

Para a determinação do fator de vazão no ponto A:

$$K = \frac{QH_{01}}{\sqrt{pA}}$$

Onde:

- K é o fator de vazão do esguicho (L/min.mca^{-1/2})
- Q é a vazão mínima no hidrante (L/min)
- p é a pressão no esguicho do hidrante (mca)

$$K = \frac{250}{\sqrt{41,06}}$$

$$K = 39,01 \text{ L/min.mca}^{-1/2}$$

 AS BUILT PROJETOS AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$K = 12,34 \text{ L/min.KPa}^{-1/2}$$

2.9 Determinação da Pressão no Hidrante H02

A pressão no hidrante H02 é dada pela pressão em A, subtraídas as perdas de carga no ramal entre A e H02. Assim:

$$p_{H02} = p_A - h_{pa}(A - H02)$$

$$h_{pa}(A - H02) = h_{pc} + h_{pm} + h_{pesg}$$

Onde:

- $h_{pa}(A-H02)$ é a perda de carga total no ramal entre o ponto A e o H02 (mca);
- h_{pc} é a perda de carga no segmento de canalização do ramal (mca);
- h_{pm} é a perda de carga na mangueira do hidrante (mca);
- h_{pesg} é a perda de carga no esguicho (mca).

Para calcular a perda de carga no segmento de canalização do ramal pode-se usar a fórmula de Hazen-Williams:

$$h_{pc02} = \frac{10,65 \cdot Q_{H02}^{1,85} \cdot l_{tc}}{C^{1,85} \cdot d_c^{4,87}}$$

Onde:

- l_{tc} é o comprimento teórico da canalização (m);
- C é o coeficiente de atrito de Hazen-Williams (adimensional);
- d_c é o diâmetro interno da canalização (m).

O valor do coeficiente C é tabelado, sendo que para aço galvanizado ele equivale a 120.

Para efeito de cálculo, será considerado que a vazão em H02 também seja a mínima exigida (250 L/min).

$$\therefore h_{pc} = \frac{10,65 \cdot 0,00417^{1,85} \cdot 37,07}{120^{1,85} \cdot 0,065^{4,87}}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$h_{pc} = 1,34 \text{ mca}$$

Como já calculado anteriormente:

$$h_{pv} = 2,80 \text{ mca}$$

$$h_{pm} = 11,06 \text{ mca}$$

$$h_{pesg} = 2,19 \text{ mca}$$

$$\therefore h_{pa} H02 = 1,34 + 2,80 + 11,06 + 2,19$$

$$h_{pa} H02 = 17,39 \text{ mca}$$

Logo:

$$pH02 = 41,06 - 17,39$$

$$pH02 = 23,67 \text{ mca}$$

2.10 Dimensionamento da Bomba

A altura manométrica total é:

$$h_{mt} = pA + h_{mR} - A + h_{precalque} + h_{psucção}$$

Sendo que a altura manométrica entre o reservatório e o ponto H01 é:

$$h_{mR} - H01 = 1231 - (1227 + 7,80) = 3,80 \text{ mca}$$

Onde 1231 m é o nível do reservatório, 1227 m é o nível do pavimento térreo do bloco Moradias estudantis 02 e 7,80 m é a altura entre o piso do térreo do Bloco Moradias Estudantis 02 e os Hidrantes 01 e 02.

A perda de carga na tubulação de sucção é calculada por:

$$h_{p \text{ sucção}} = \frac{10,65 \cdot (QH01 + QH02)^{1,85} \cdot It \text{ sucção}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}}$$

$$It \text{ sucção} = In \text{ sucção} + le \text{ sucção}$$



Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Válvula de pé e crivo	4"	28,60	28,60
1	Joelho 90°	4"	3,76	3,76
1	Tê de saída lateral	4"	5,49	5,49
2	Registro de gaveta	4"	1,0	2,0
2	Joelho 45°	4"	1,73	3,46
2	Canalização de Saída	4"	3,90	7,80
1	Canalização de Entrada	4"	2,20	2,20

$$\therefore l_e \text{ sucção} = 53,31 \text{ m}$$

$$l_n \text{ sucção} = 4,30 \text{ m}$$

$$l_t \text{ sucção} = 57,61 \text{ m}$$

$$h_p \text{ sucção} = \frac{10,65 \cdot (0,00834)^{1,85} \cdot 57,61}{120^{1,85} \cdot 0,1^{4,87}}$$

$$h_p \text{ sucção} = 0,92 \text{ mca}$$

Assim como a perda de carga na tubulação de recalque é calculada por:

$$h_p \text{ recalque} = \frac{10,65 \cdot (QH01 + QH02)^{1,85} \cdot l_t \text{ recalque}}{C^{1,85} \cdot d_c^{4,87}}$$

$$l_t \text{ recalque} = l_n \text{ recalque} + l_e \text{ recalque}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Bucha de Redução	2.1/2" x 1.1/2"	0,70	0,70
1	Válvula de retenção	4"	16,00	16,00
1	Registro de gaveta aberto	4"	1,0	1,0
2	Tê de saída lateral	4"	5,49	10,98
1	Canalização de Saída	4"	3,90	3,90

$$l_e \text{ recalque} = 32,58 \text{ m}$$

$$l_n \text{ recalque} = 112,65 \text{ m}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	---



$$l_{t \text{ recalque}} = 145,23 \text{ m}$$

$$h_{p \text{ recalque}} = \frac{10,65 \cdot (0,00834)^{1,85} \cdot 145,23}{120^{1,85} \cdot 0,1^{4,87}}$$

$$h_{p \text{ recalque}} = 2,33 \text{ mca}$$

Então:

$$h_{mt} = 41,06 + 3,80 + 0,92 + 2,33$$

$$h_{mt} = 48,11 \text{ mca}$$

A altura manométrica necessária é de 48,11 mca e faz-se necessário o uso de bomba.

Para a escolha da bomba serão utilizados os gráficos fornecidos pelo fabricante. Nesse caso optou-se por uma bomba da KSB.

Dados de entrada:

- $Q_t = 500 \text{ L/min} = 30,00 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $H_{mt} = 48,11 \text{ m}$.



AS BUILT ENGENHARIA DE
PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI

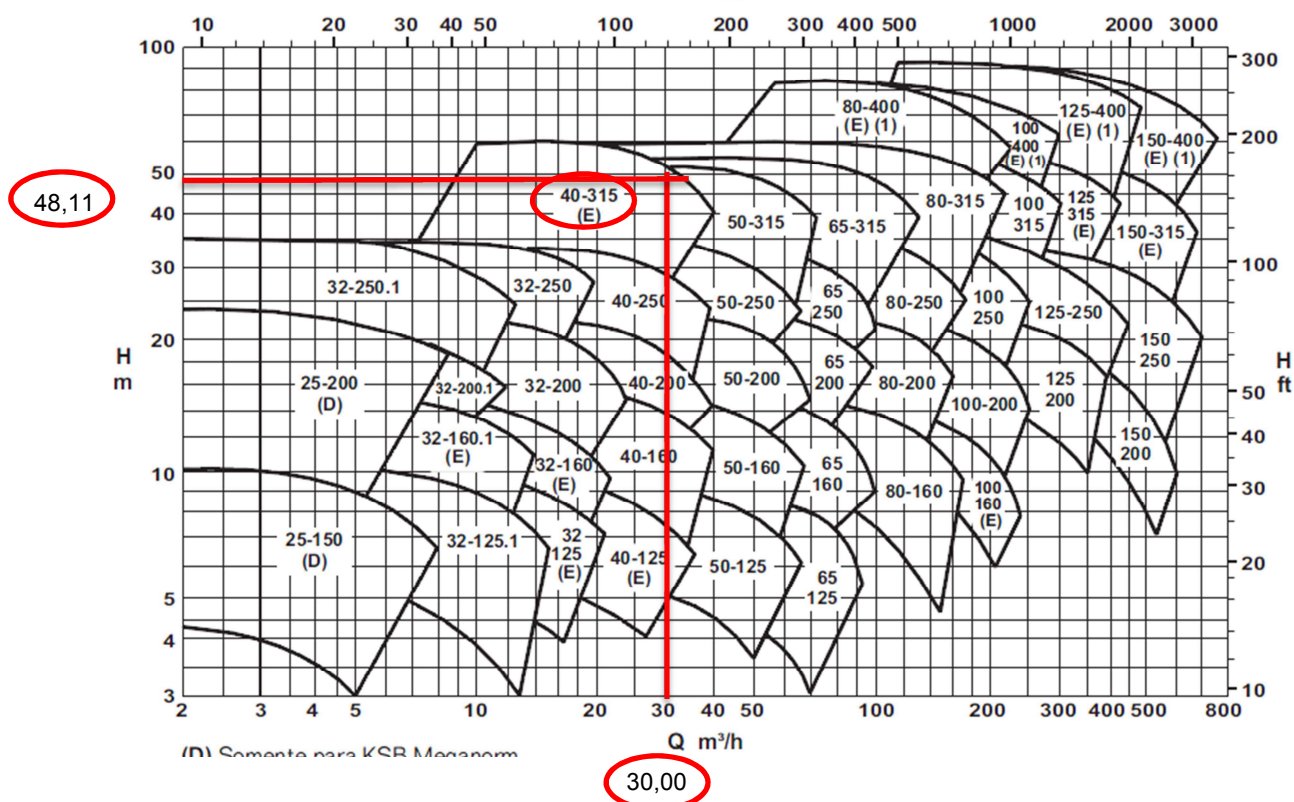
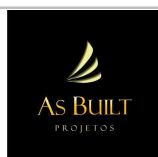
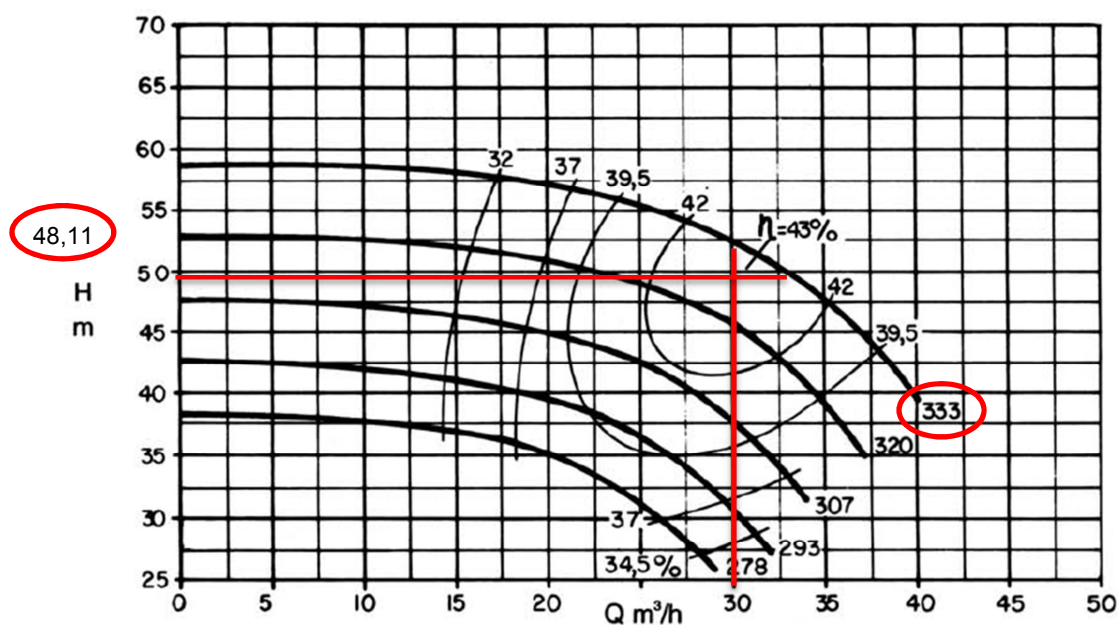


Figura 12: Diagrama de seleção ou gráfico de quadrículas das bombas KSB p/ 1.750 rpm
Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI

Figura 13: Curva característica da bomba 40-315 (1.750 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB

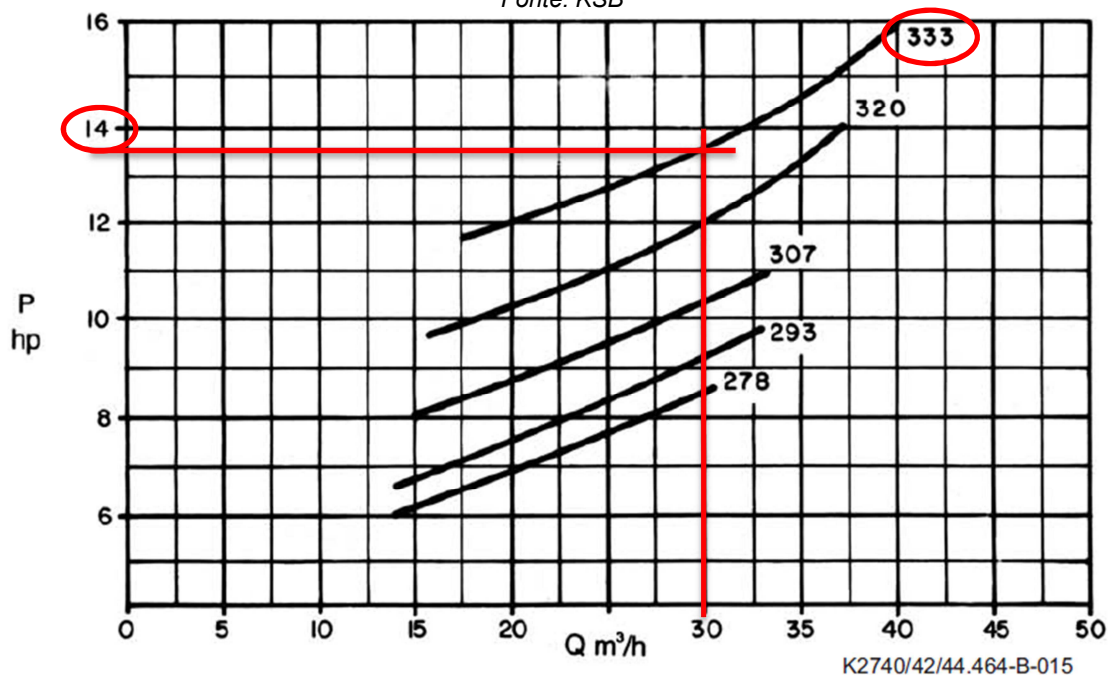


Figura 14: Curva característica da bomba 40-315 (1750 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB

Dados da bomba (ou similar):

- Modelo KSB 40-315;
- Rendimento: 43 %;
- Diâmetro do rotor: 333 mm;
- 1.750 rpm;
- Potência: 14,0 CV.

2.11 Dimensionamento da Bomba Jockey

Como o reservatório é inferior, faz-se necessário o uso de uma bomba tipo jockey para manter a pressão na rede.

Da Figura 13 têm-se que:

$$H_{mj} = 58 \text{ m}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
---	---

Por norma:

$$Q_j = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

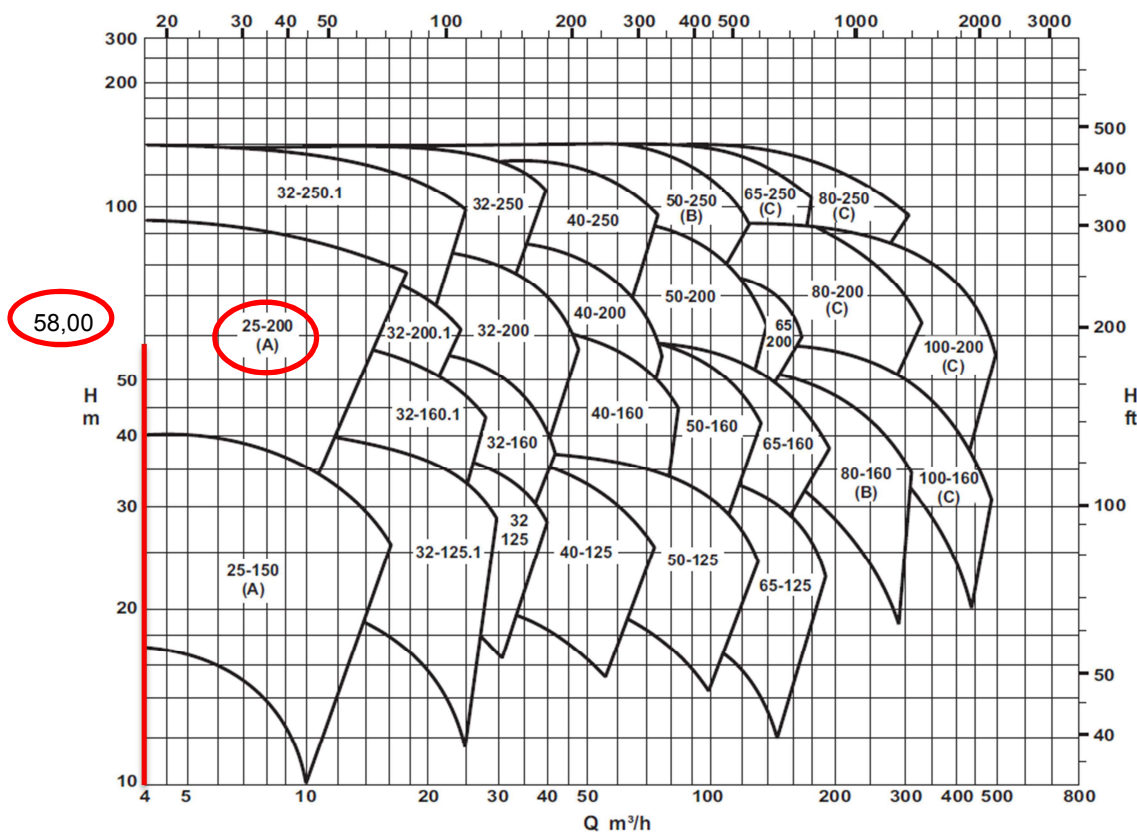


Figura 15: Diagrama de seleção ou gráfico de quadriculas das bombas KSB p/ 3.500rpm
 Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
 PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
 UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
 MUCURI

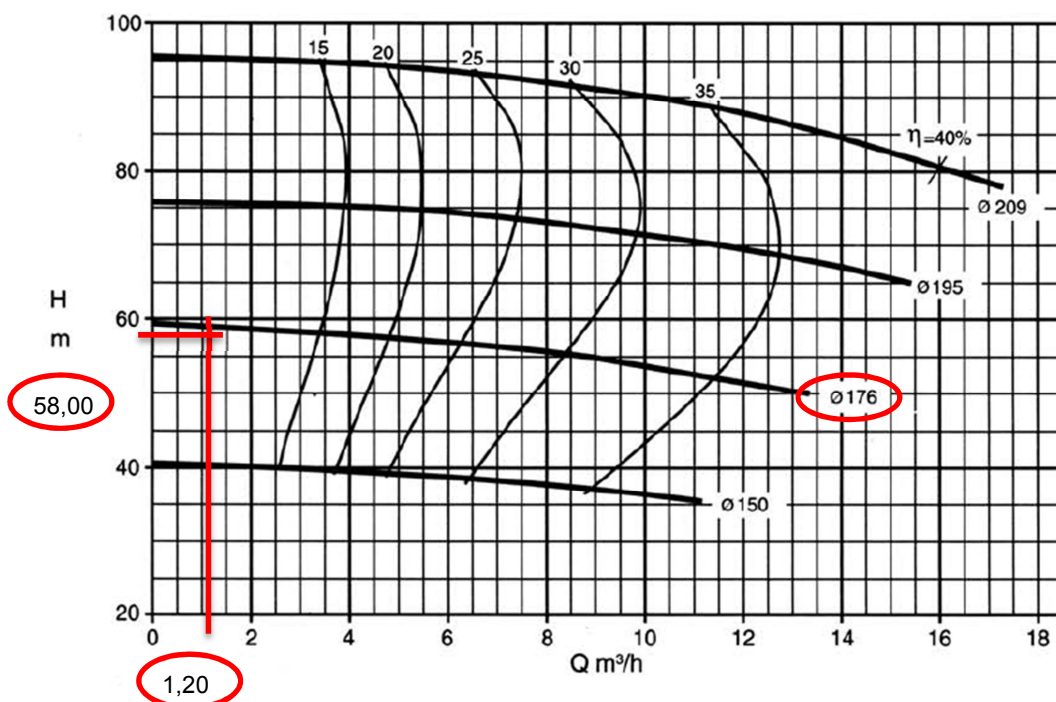


Figura 16: Curva característica da bomba 25-200 (3.500 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB

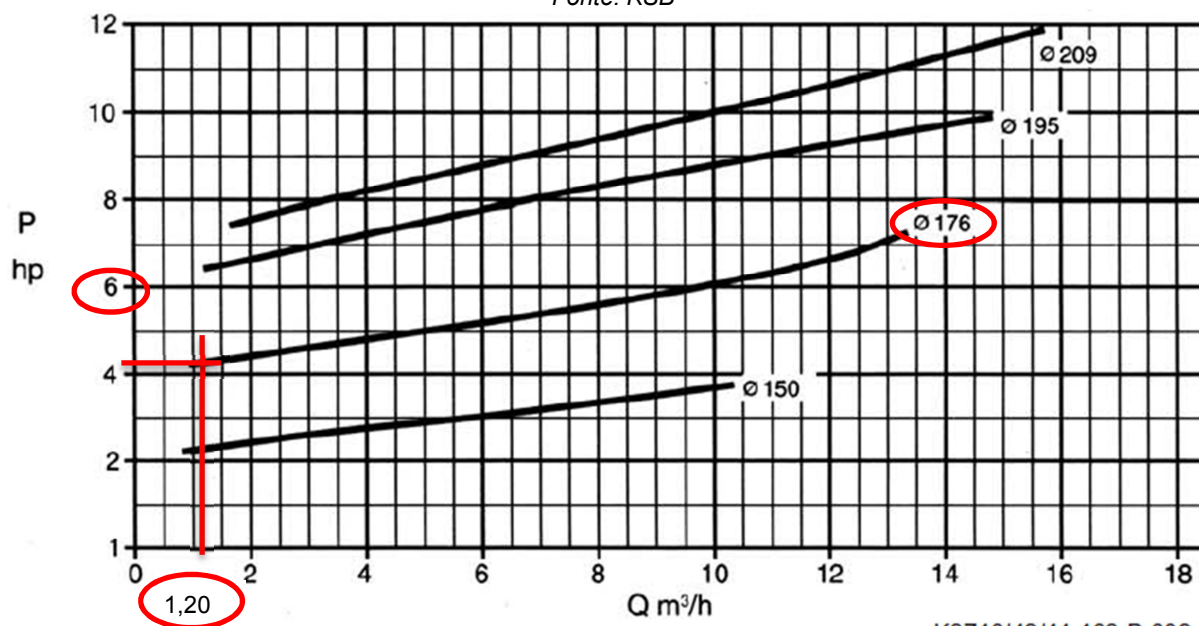
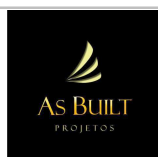


Figura 17: Curva característica da bomba 25-200 (3.500 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
 PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
 UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
 MUCURI



Dados da bomba jockey (ou similar):

- Modelo KSB 25-200;
- Rendimento: 40 %;
- Diâmetro do rotor: 176 mm;
- 3.500 rpm;
- Potência: 6,0 CV.

2.12 Resumo

Assim sendo, de acordo com este memorial, para o Bloco Moradias 02:

- **H01:**
 - $Q = 250 \text{ L/min}$;
 - $P = 41,06 - 17,40 = 23,66 \text{ mca.}$
- **H02:**
 - $Q = 250 \text{ L/min}$;
 - $P = 23,67 \text{ mca.}$

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
CAMPUS BIRI BIRI - DIAMANTINA
PROPRIETÁRIO
CNPJ: 16.888.315/0001-57

RODRIGO ALVES DE NOVAES
ENGENHEIRO CIVIL
CREA PR/32.643-D

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI – DIAMANTINA/MG



UFVJM

BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI - DIAMANTINA/MG

MEMÓRIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

INSTALAÇÕES DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

RESPONSÁVEL TÉCNICO: ENG. CIVIL RODRIGO ALVES DE NOVAES

CREA: 32.643/D – PR

Elaborado por



AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS

Curitiba, março de 2014

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
---	---



Sumário

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	3
1.1 Objeto.....	3
2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE HIDRANTES	3
2.1 Classificação da Edificação	3
2.2 Escolha do Sistema de Combate a Incêndio.....	7
2.3 Hidrantes Mais Desfavoráveis	7
2.4 Pressão Residual Mínima	8
2.5 Comprimento Teórico	8
2.5 Determinação da Perda de Carga	10
2.6 Determinação da Pressão no Ponto A.....	12
2.7 Verificação da Velocidade	13
2.8 Determinação do KA.....	13
2.9 Determinação da Pressão no Hidrante H02.....	14
2.10 Dimensionamento da Bomba.....	15
2.11 Dimensionamento da Bomba Jockey.....	19
2.12 Resumo	22





1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

1.1 Objeto

O presente memorial tem por objetivo discriminar os cálculos realizados para o correto dimensionamento do sistema de hidrantes internos dos Blocos localizados no Campus Biri Biri, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina/MG.

2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE HIDRANTES

2.1 Classificação da Edificação

Os blocos a serem construídos no Campus Biri Biri são:

- Moradias Estudantis: Cada bloco deste tipo é composto por três pavimentos de 1.082,84 m², totalizando 3.248,52 m², e altura de 6,00 m. O Campus possui cinco blocos idênticos a este, compondo assim 16.242,60 m². Eles serão utilizados como alojamento para os alunos que estudam nos outros campus da Universidade;
- Convivência/Estudos: Este bloco é composto por dois pavimentos de 696,96 m², totalizando 1.393,92 m², e altura de 4,62 m. Este será utilizado como local para fins de estudo, possuindo um pequeno acervo;
- Restaurante: Este bloco é composto por dois pavimentos de 696,96 m², totalizando 1.393,92 m², e altura de 4,62 m. Este será utilizado como restaurante para os alunos que residem no Campus.

O Campus Biri Biri é apenas para moradia/alojamento de estudantes. Estes utilizam os outros Campus da Universidade para ter aulas.

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



Ao total, os blocos compõem 19.030,44 m² e foram construídos em estrutura de concreto armado com fechamentos em alvenaria.

Os dados técnicos referentes à edificação podem ser contemplados abaixo:

- Abastecimento por reservatório inferior (tipo castelo);
- Classificação da edificação:
 - Blocos Moradias Estudantis:

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos e divisão A3 com mais de 16 leitos, e assemelhados.
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, hotéis residenciais) e assemelhados.

Figura 1: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (q _f) em MJ/m ²
Serviço de Hospedagem	Hotéis	B-1	500
	Motéis	B-1	500
	Apart-hotéis	B-2	300

Figura 2: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

Risco	Carga Incêndio (MJ/ m ²)
Baixo	Até 300
Médio	Acima de 300 até 1200
Alto	Acima de 1200

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
-------------------------------------	--



Figura 3: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

- Blocos Convivência/Estudos:

→ E	Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitários e assemelhados.
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados.

Figura 4: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

	Processamentos de dados	D-1	400
Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	E-3	300
	Pré-escolas e similares	E-5	300
	Creches e similares	E-5	300
	→ Escolas em geral	E-1/E2/E4/E6	300
	Bibliotecas	F-1	2000

Figura 5: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

	Risco	Carga Incêndio (MJ/ m2)
→	Baixo	Até 300
	Médio	Acima de 300 até 1200
	Alto	Acima de 1200

Figura 6: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

- Para o Bloco Restaurante:

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



		F-7	Construção provisória.	Circos, feiras em geral e assemelhados.
	→	F-8	Local para refeição.	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados.
		F-9	Recreação pública.	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados. Edificações permanentes

Figura 7: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

Locais de reunião de público	Bibliotecas	F-1	2000
	Cinemas, teatros e similares	F-5	600
	Circos e assemelhados	F -7	500
	Centros esportivos e de exibição	F-3	150
	Clubes sociais, boates e similares.	F-6	600
	Estações e terminais de passageiros	F-4	200
	Exposições	F -10	Adotar Anexo B
	Igrejas e templos	F-2	200
	Museus	F-1	300
	→ Restaurantes	F-8	300

Figura 8: Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação
Fonte: IT 09/06

Risco	Carga Incêndio (MJ/ m2)
→ Baixo	Até 300
Médio	Acima de 300 até 1200
Alto	Acima de 1200

Figura 9: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
-------------------------------------	--



2.2 Escolha do Sistema de Combate a Incêndio

Para esta construção é necessário o uso de sistema de hidrantes, conforme Decreto 44.746, 2008 (MG).

A Figura 10 dá os parâmetros para o sistema de hidrantes.

Os hidrantes dos blocos convivência/estudos e restaurante serão do tipo 2, portanto a vazão mínima no hidrante mais desfavorável deve ser de 125 LPM.

Já nos blocos moradias, por serem tipo 3, necessitam de uma vazão mínima no hidrante mais desfavorável deve ser de 250 LPM.

Sistema	Tipo	Esguicho	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima ao hidrante mais desfavorável (LPM)*
			Diâmetro (mm)	Comprimento Máximo (m)		
Mangotinho	1	Jato regulável	25 ou 32	45 ¹	Simple	100 ²
Hidrante	2	Jato compacto Ø 13 mm ou regulável	40	30 ³	Simple	125
Hidrante	3	Jato compacto Ø 16 mm ou regulável	40	30	Simple	250
Hidrante	4	Jato compacto Ø 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simple	400
Hidrante	5	Jato compacto Ø 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	650

* as vazões correspondem a cada saída.

Figura 10: Tipos de Sistema de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos
Fonte: IT. 017

2.3 Hidrantes Mais Desfavoráveis

Serão dimensionados os dois hidrantes mais desfavoráveis, pois estes são os que recebem menor pressão, trabalhando de forma simultânea.

Entende-se como hidrante mais desfavorável aquele em que a água chega com menor pressão.

Os hidrantes mais desfavoráveis do Campus estão no Bloco 02 Moradias Estudantis. Sendo que o Hidrante H-01 deste Bloco é o mais desfavorável e o Hidrante H-02 é o segundo mais desfavorável.

	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES
	PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI



2.4 Pressão Residual Mínima

Para um esguicho jato compacto com requinte Ø 16 mm, como é neste Bloco, o Kesg é de 51,40 L/min.mca^{-1/2}. Portanto, a pressão no esguicho desfavorável pode ser expressa como:

$$p = \frac{Q^2}{K^2}$$

Onde:

- Q é a vazão no hidrante (L/min);
- K é o fator de vazão ou descarga (L/min.mca^{-1/2}).

$$\therefore p = \frac{250^2}{51,40^2}$$

$$p = 23,66 \text{ mca}$$

2.5 Comprimento Teórico

O comprimento teórico da canalização pode ser calculado por:

$$Itc = Inc + Iec$$

Onde:

- Itc é o comprimento teórico da canalização (m);
- Inc é o comprimento linear (m);
- Iec é o comprimento equivalente da canalização (m).

Para efeito de cálculo, será denominado como ponto A a intersecção mostrada na Figura 11:

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--

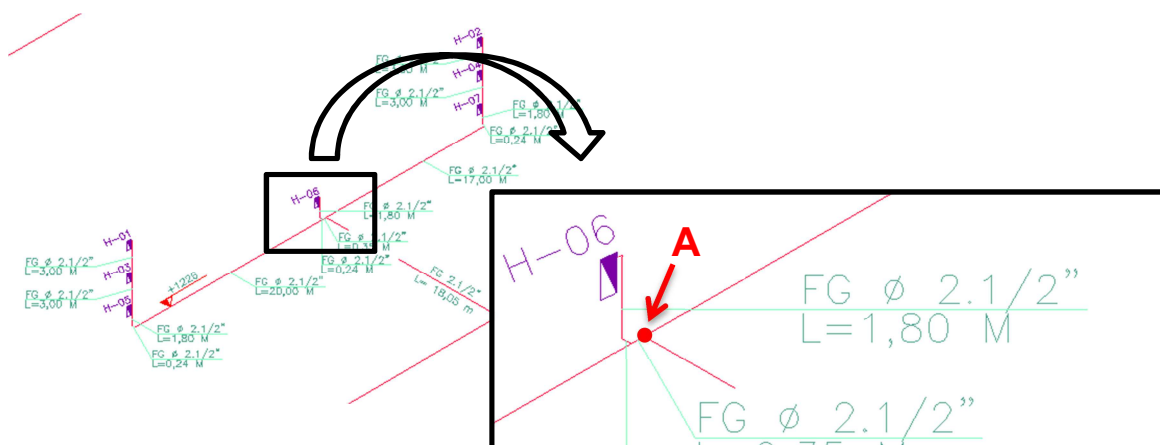


Figura 11: Localização do Ponto A

O comprimento teórico de A até o Hidrante 01 do Bloco Moradias 02:

$$lnc H01 = 28,39 \text{ m}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
3	Tê de Passagem direta	2.1/2"	0,41	1,23
3	Joelho de 90°	2.1/2"	2,35	7,05

$$lec H01 = 8,28 \text{ m}$$

$$\therefore Itc H01 = 28,39 + 8,28 = 36,67 \text{ m}$$

O comprimento teórico de A até o Hidrante 02 do Bloco Moradias 02:

$$lnc H02 = 25,04 \text{ m}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
3	Joelho de 90°	2.1/2"	2,35	7,05
1	Tê de saída bilateral	2.1/2"	4,16	4,16
2	Tê de passagem direta	2.1/2"	0,41	0,82

$$lec H02 = 12,03 \text{ m}$$

$$\therefore Itc H02 = 25,04 + 12,03 = 37,07 \text{ m}$$

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	---



Como na Figura 10, a vazão mínima exigida para os hidrantes mais desfavoráveis é:

$$QH01 = QH02 = 250 \text{ L/min}$$

$$QH01 = QH02 = 0,00417 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.5 Determinação da Perda de Carga

A perda de carga no ramal de alimentação de H01 (entre H01 e o ponto A) pode ser calculada por:

$$hpa01 = hpc + hpv + hpm + hpesg$$

Onde:

- Hpa01 é a perda de carga total no ramal de alimentação do hidrante (mca);
- hpc é a perda de carga no segmento de canalização do ramal (mca);
- hpv é a perda de carga na válvula angular (mca);
- hpm é a perda de carga na mangueira do hidrante (mca);
- hpesg é a perda de carga no esguicho (mca).

Para calcular a perda de carga no segmento de canalização do ramal pode-se usar a fórmula de Hazen-Williams:

$$hpc = \frac{10,65 \cdot QH01^{1,85} \cdot Itc}{C^{1,85} \cdot dc^{4,87}}$$

Onde:

- Itc é o comprimento teórico da canalização (m);
- C é o coeficiente de atrito de Hazen-Williams (adimensional);
- dc é o diâmetro interno da canalização (m).

O valor do coeficiente C é tabelado, sendo que para aço galvanizado ele equivale a 120.

 AS BUILT PROJETOS AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$\therefore h_{pc} = \frac{10,65 \cdot 0,00417^{1,85} \cdot 36,67}{120^{1,85} \cdot 0,065^{4,87}}$$

$$h_{pc} = 1,33 \text{ mca}$$

O valor da perda de carga na válvula angular pode ser calculado por:

$$h_{pv} = k \cdot \frac{V_v^2}{2 \cdot g}$$

Onde:

- V_v é a velocidade na válvula angular (m/s);
- k é o coeficiente próprio de singularidade. Para válvula angular, $k=5$;
- g é a aceleração da gravidade (padrão = 9,81 m/s²).

Sendo que:

$$V_v = \frac{QH_{01}}{A_v}$$

Onde:

- A_v é a área da seção da válvula angular (m²).

$$V_v = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,04^2}{4}}$$

$$V_v = 3,32 \text{ m/s}$$

$$\therefore h_{pv} = \frac{5 \cdot 3,32^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{pv} = 2,80 \text{ mca}$$

A perda de carga na mangueira ($p/L = 30 \text{ m}$ e $D = 40 \text{ mm}$) é calculada por:

$$h_{pm} = 280000 \cdot QH_{01}^{1,85}$$

$$h_{pm} = 280000 \cdot 0,00417^{1,85}$$

$$h_{pm} = 11,08 \text{ mca}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



A perda de carga no esguicho jato compacto 16 mm é de 51,40 L/min/mca^{1/2}, conforme Brentano¹.

$$h_{pesg} = k_{esg} \cdot \frac{V_{esg}^2}{2g}$$

Onde:

- h_{pesg} é a perda de carga no esguicho tronco cônico (mca);
- V_{esg} é a velocidade na saída do esguicho (m/s);
- k_{esg} é o coeficiente próprio de singularidade ($k=0,10$);
- g é a aceleração da gravidade (padrão = 9,81 m/s²).

$$V_{esg} = \frac{QH01}{A_{esg}}$$

$$V_{esg} = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,016^2}{4}}$$

$$V_{esg} = 20,72 \text{ m/s}$$

$$\therefore h_{pesg} = \frac{0,10 \cdot 20,72^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{pesg} = 2,19 \text{ mca}$$

$$\therefore h_{pa} H01 = 1,33 + 2,80 + 11,08 + 2,19$$

$$h_{pa} H01 = 17,40 \text{ mca}$$

2.6 Determinação da Pressão no Ponto A

Será calculada a pressão mínima necessária no ponto A para atender a vazão mínima do hidrante H01.

$$p_A = p_{H01} + h_{pa} H01$$

$$p_A = 23,66 + 17,40$$

¹ Brentano, Telmo. *Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações*. São Paulo, 2011. Pg. 358, Tabela 9.1.

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$pA = 41,06 \text{ mca}$$

2.7 Verificação da Velocidade

A tubulação que alimenta o hidrante H01 é de 65 mm. Para verificar se este diâmetro não faz com que a velocidade de escoamento do fluido na tubulação não ultrapasse o limite têm-se:

$$V_c = \frac{QH01}{A_c}$$

Onde:

- V_c é a velocidade do fluido na canalização (m/s);
- Q_{h5} é a vazão no hidrante H5 (L/min);
- A_c é a área da seção da canalização no ramal do hidrante H5 (m²).

$$V_c = \frac{0,00417}{\frac{\pi \cdot 0,065^2}{4}}$$

$$V_c = 1,26 \text{ m/s} \leq 3,0 \text{ m/s (Veloc. Máx.)} \therefore \text{Valor Adequado.}$$

2.8 Determinação do KA

Para a determinação do fator de vazão no ponto A:

$$K = \frac{QH01}{\sqrt{pA}}$$

Onde:

- K é o fator de vazão do esguicho (L/min.mca^{-1/2})
- Q é a vazão mínima no hidrante (L/min)
- p é a pressão no esguicho do hidrante (mca)

$$K = \frac{250}{\sqrt{41,06}}$$

$$K = 39,01 \text{ L/min.mca}^{-1/2}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$K = 12,34 \text{ L/min. KPa}^{-1/2}$$

2.9 Determinação da Pressão no Hidrante H02

A pressão no hidrante H02 é dada pela pressão em A, subtraídas as perdas de carga no ramal entre A e H02. Assim:

$$p_{H02} = p_A - h_{pa}(A - H02)$$

$$h_{pa}(A - H02) = h_{pc} + h_{pm} + h_{pesg}$$

Onde:

- $h_{pa}(A-H02)$ é a perda de carga total no ramal entre o ponto A e o H02 (mca);
- h_{pc} é a perda de carga no segmento de canalização do ramal (mca);
- h_{pm} é a perda de carga na mangueira do hidrante (mca);
- h_{pesg} é a perda de carga no esguicho (mca).

Para calcular a perda de carga no segmento de canalização do ramal pode-se usar a fórmula de Hazen-Williams:

$$h_{pc02} = \frac{10,65 \cdot Q_{H02}^{1,85} \cdot l_{tc}}{C^{1,85} \cdot d_c^{4,87}}$$

Onde:

- l_{tc} é o comprimento teórico da canalização (m);
- C é o coeficiente de atrito de Hazen-Williams (adimensional);
- d_c é o diâmetro interno da canalização (m).

O valor do coeficiente C é tabelado, sendo que para aço galvanizado ele equivale a 120.

Para efeito de cálculo, será considerado que a vazão em H02 também seja a mínima exigida (250 L/min).

$$\therefore h_{pc} = \frac{10,65 \cdot 0,00417^{1,85} \cdot 37,07}{120^{1,85} \cdot 0,065^{4,87}}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	--



$$h_{pc} = 1,34 \text{ mca}$$

Como já calculado anteriormente:

$$h_{pv} = 2,80 \text{ mca}$$

$$h_{pm} = 11,06 \text{ mca}$$

$$h_{pesg} = 2,19 \text{ mca}$$

$$\therefore h_{pa} H02 = 1,34 + 2,80 + 11,06 + 2,19$$

$$h_{pa} H02 = 17,39 \text{ mca}$$

Logo:

$$pH02 = 41,06 - 17,39$$

$$pH02 = 23,67 \text{ mca}$$

2.10 Dimensionamento da Bomba

A altura manométrica total é:

$$h_{mt} = p_A + h_{mR-A} + h_{precalque} + h_{psucção}$$

Sendo que a altura manométrica entre o reservatório e o ponto H01 é:

$$h_{mR-H01} = 1231 - (1227 + 7,80) = 3,80 \text{ mca}$$

Onde 1231 m é o nível do reservatório, 1227 m é o nível do pavimento térreo do bloco Moradias estudantis 02 e 7,80 m é a altura entre o piso do térreo do Bloco Moradias Estudantis 02 e os Hidrantes 01 e 02.

A perda de carga na tubulação de sucção é calculada por:

$$h_{p \text{ sucção}} = \frac{10,65 \cdot (QH01 + QH02)^{1,85} \cdot It \text{ sucção}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}}$$

$$It \text{ sucção} = In \text{ sucção} + le \text{ sucção}$$



Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Válvula de pé e crivo	4"	28,60	28,60
1	Joelho 90°	4"	3,76	3,76
1	Tê de saída lateral	4"	5,49	5,49
2	Registro de gaveta	4"	1,0	2,0
2	Joelho 45°	4"	1,73	3,46
2	Canalização de Saída	4"	3,90	7,80
1	Canalização de Entrada	4"	2,20	2,20

$$\therefore l_e \text{ sucção} = 53,31 \text{ m}$$

$$l_n \text{ sucção} = 4,30 \text{ m}$$

$$l_t \text{ sucção} = 57,61 \text{ m}$$

$$h_p \text{ sucção} = \frac{10,65 \cdot (0,00834)^{1,85} \cdot 57,61}{120^{1,85} \cdot 0,1^{4,87}}$$

$$h_p \text{ sucção} = 0,92 \text{ mca}$$

Assim como a perda de carga na tubulação de recalque é calculada por:

$$h_p \text{ recalque} = \frac{10,65 \cdot (QH01 + QH02)^{1,85} \cdot l_t \text{ recalque}}{C^{1,85} \cdot d_c^{4,87}}$$

$$l_t \text{ recalque} = l_n \text{ recalque} + l_e \text{ recalque}$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Bucha de Redução	2.1/2" x 1.1/2"	0,70	0,70
1	Válvula de retenção	4"	16,00	16,00
1	Registro de gaveta aberto	4"	1,0	1,0
2	Tê de saída lateral	4"	5,49	10,98
1	Canalização de Saída	4"	3,90	3,90

$$l_e \text{ recalque} = 32,58 \text{ m}$$

$$l_n \text{ recalque} = 112,65 \text{ m}$$

 AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	---



$$l_{t \text{ recalque}} = 145,23 \text{ m}$$

$$h_{p \text{ recalque}} = \frac{10,65 \cdot (0,00834)^{1,85} \cdot 145,23}{120^{1,85} \cdot 0,1^{4,87}}$$

$$h_{p \text{ recalque}} = 2,33 \text{ mca}$$

Então:

$$h_{mt} = 41,06 + 3,80 + 0,92 + 2,33$$

$$h_{mt} = 48,11 \text{ mca}$$

A altura manométrica necessária é de 48,11 mca e faz-se necessário o uso de bomba.

Para a escolha da bomba serão utilizados os gráficos fornecidos pelo fabricante. Nesse caso optou-se por uma bomba da KSB.

Dados de entrada:

- $Q_t = 500 \text{ L/min} = 30,00 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $H_{mt} = 48,11 \text{ m}$.

 AS BUILT PROJETOS AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
---	---

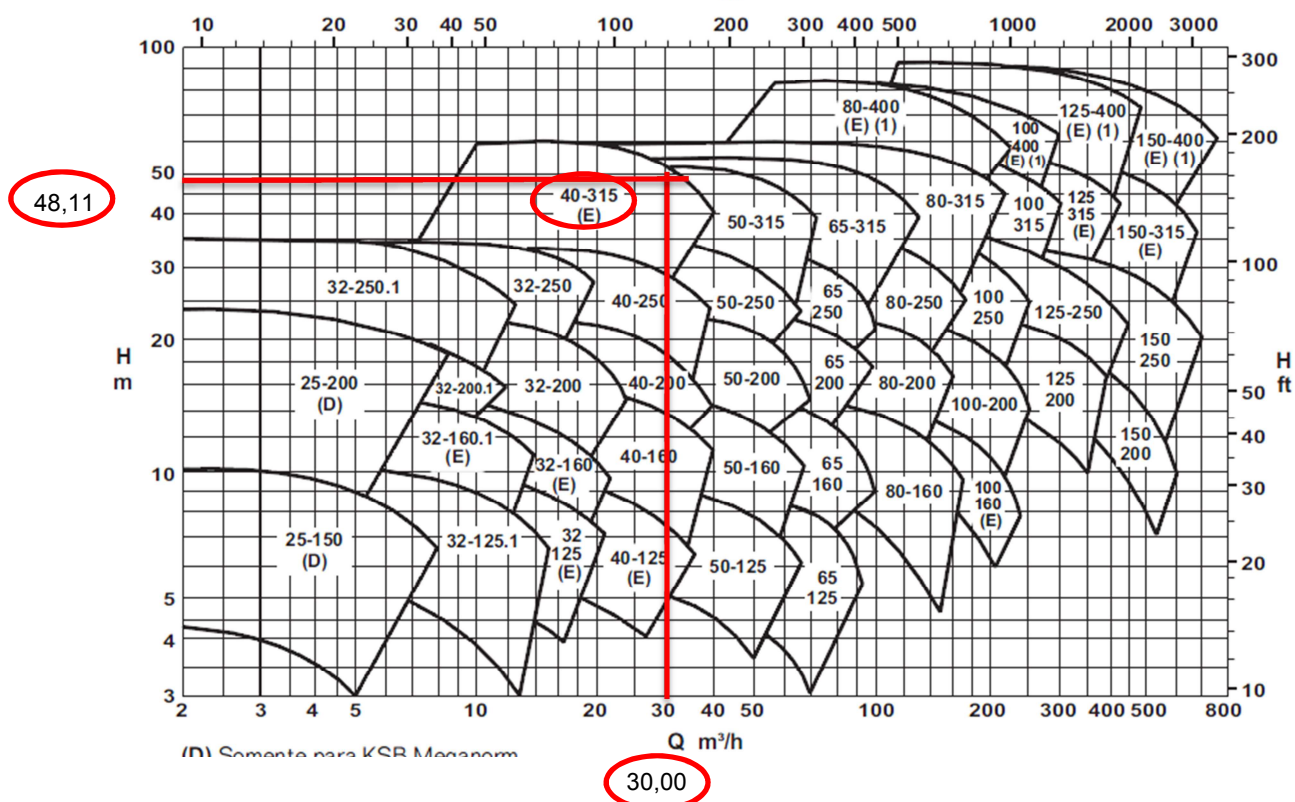
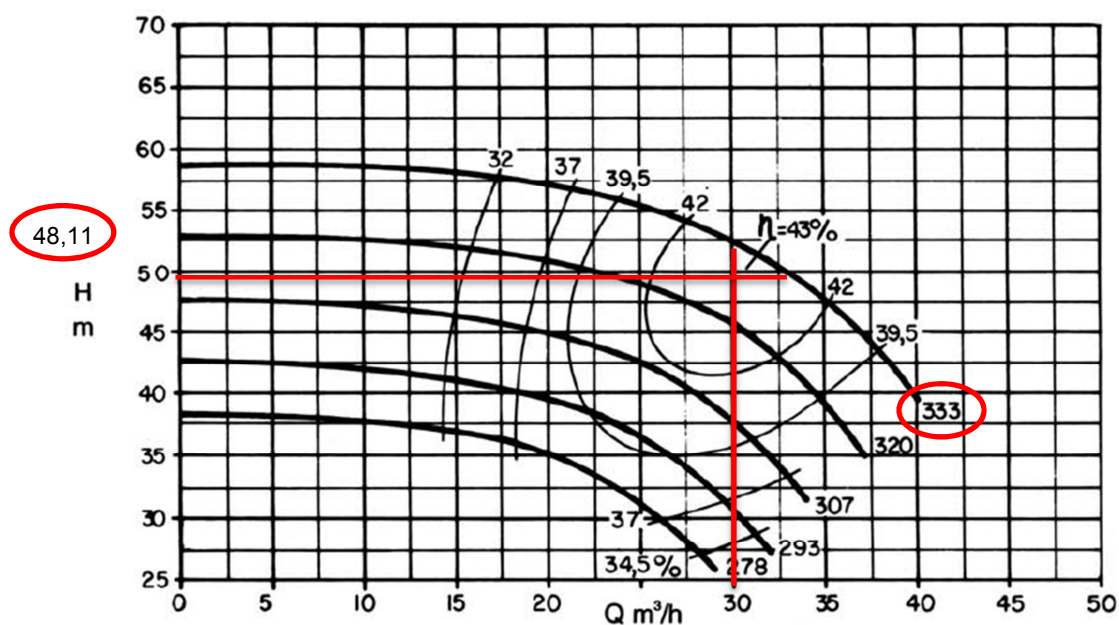


Figura 12: Diagrama de seleção ou gráfico de quadrículas das bombas KSB p/ 1.750 rpm
Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI

Figura 13: Curva característica da bomba 40-315 (1.750 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB

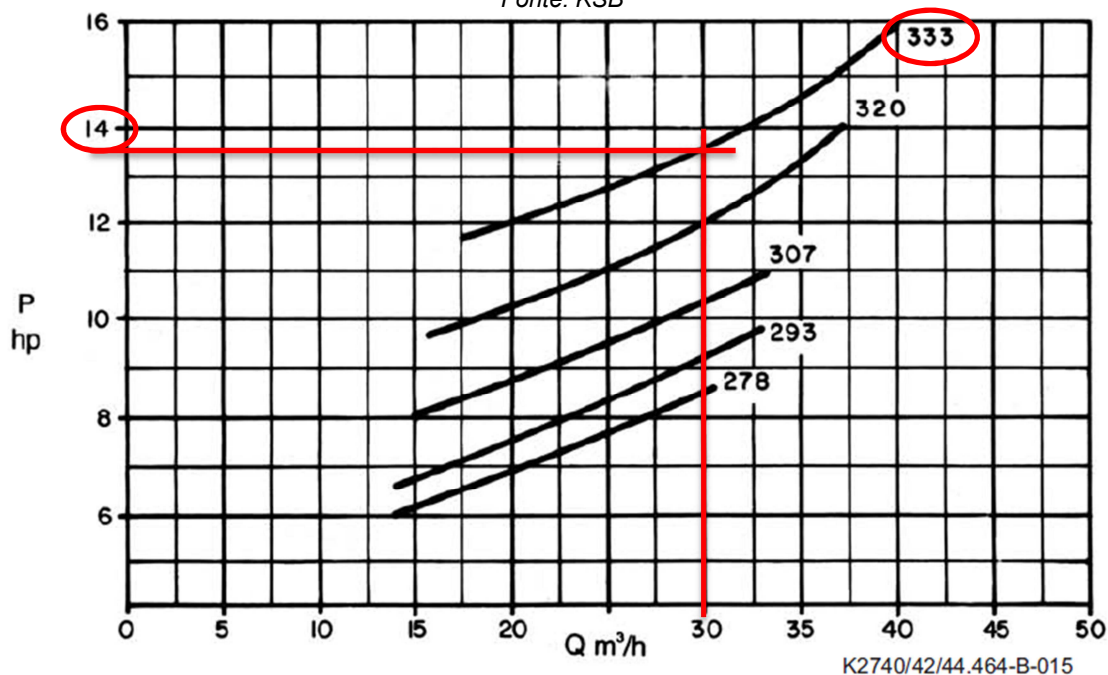


Figura 14: Curva característica da bomba 40-315 (1750 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
 Fonte: KSB

Dados da bomba (ou similar):

- Modelo KSB 40-315;
- Rendimento: 43 %;
- Diâmetro do rotor: 333 mm;
- 1.750 rpm;
- Potência: 14,0 CV.

2.11 Dimensionamento da Bomba Jockey

Como o reservatório é inferior, faz-se necessário o uso de uma bomba tipo jockey para manter a pressão na rede.

Da Figura 13 têm-se que:

$$H_{mj} = 58 \text{ m}$$

AS BUILT ENGENHARIA DE PROJETOS	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
--	---



Por norma:

$$Q_j = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

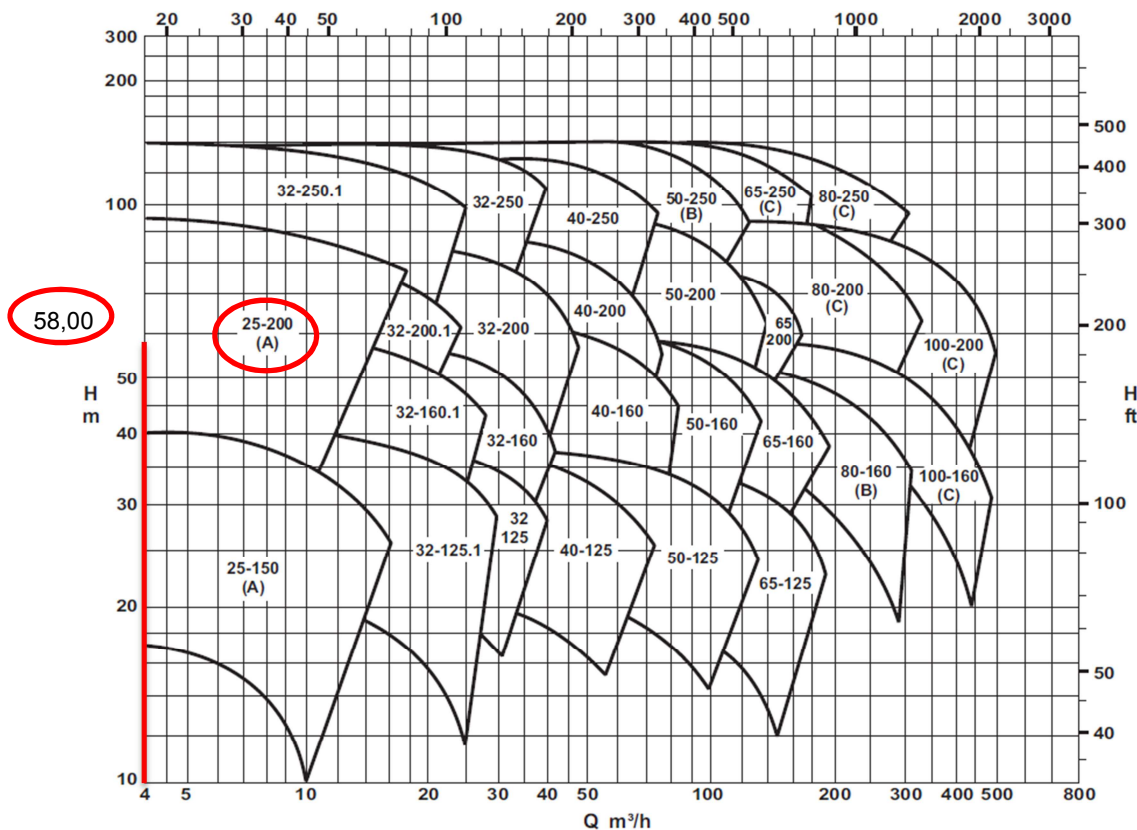
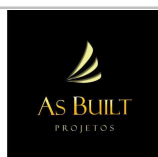


Figura 15: Diagrama de seleção ou gráfico de quadriculas das bombas KSB p/ 3.500rpm
Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI

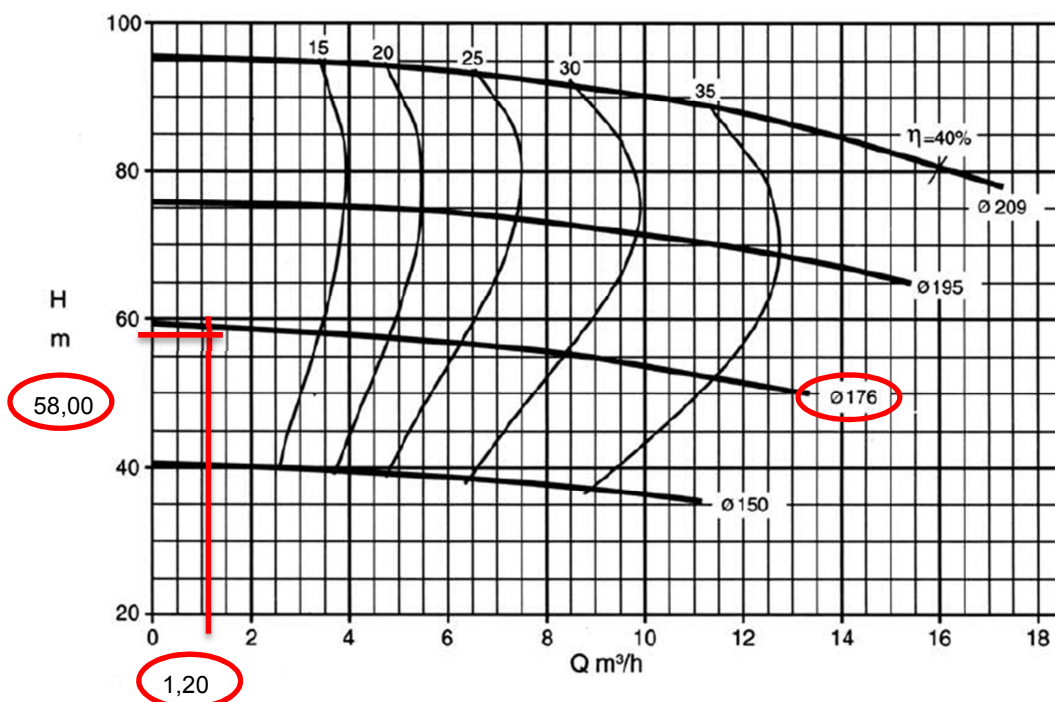


Figura 16: Curva característica da bomba 25-200 (3.500 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
Fonte: KSB

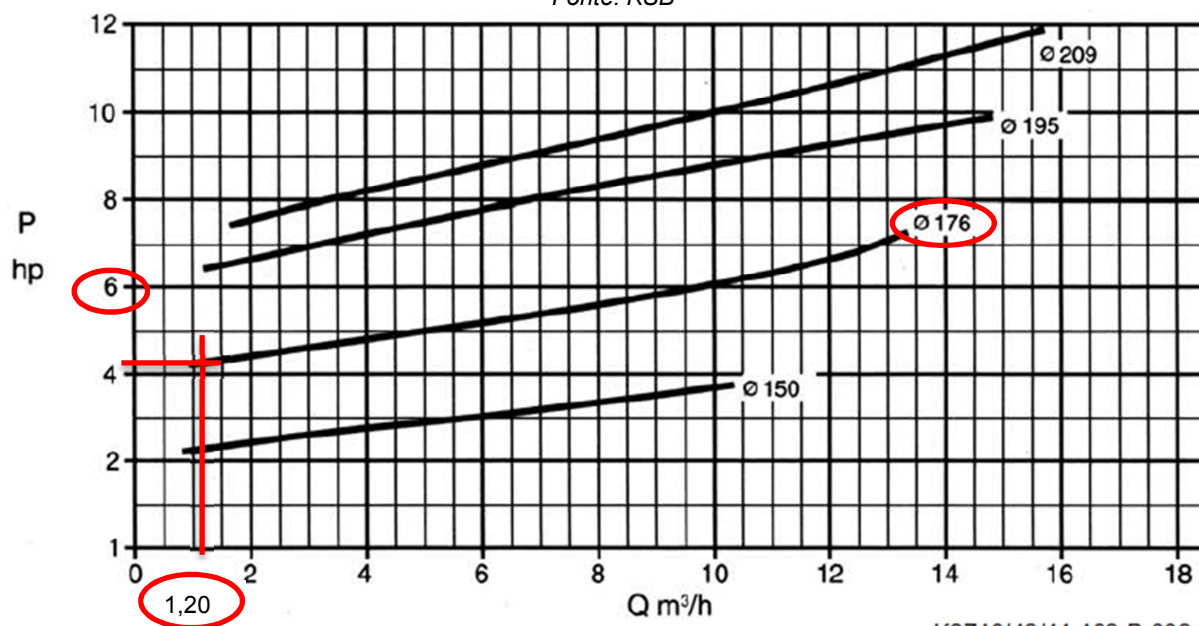
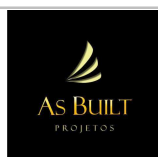


Figura 17: Curva característica da bomba 25-200 (3.500 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
Fonte: KSB



AS BUILT ENGENHARIA DE
PROJETOS

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI



Dados da bomba jockey (ou similar):

- Modelo KSB 25-200;
- Rendimento: 40 %;
- Diâmetro do rotor: 176 mm;
- 3.500 rpm;
- Potência: 6,0 CV.

2.12 Resumo

Assim sendo, de acordo com este memorial, para o Bloco Moradias 02:

- **H01:**
 - $Q = 250 \text{ L/min}$;
 - $P = 41,06 - 17,40 = 23,66 \text{ mca.}$
- **H02:**
 - $Q = 250 \text{ L/min}$;
 - $P = 23,67 \text{ mca.}$

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
CAMPUS BIRI BIRI - DIAMANTINA
PROPRIETÁRIO
CNPJ: 16.888.315/0001-57

RODRIGO ALVES DE NOVAES
ENGENHEIRO CIVIL
CREA PR/32.643-D



**MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE
HIDRANTES**

PROJETO DOS BLOCOS DO CAMPUS BIRI BIRI
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI