REPUBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

BLOCO DBI

MEMORIAL 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, Outubro de 2014

Sumário

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES 3
1.1 Objeto 3
2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE HIDRANTES 3
2.1 Escolha do Sistema de Combate a Incêndio 4
2.2 Hidrantes Mais Desfavoráveis 5
2.3 Pressão Residual Mínima 5
2.5 Comprimento Teórico 5
2.4 Determinação da Perda de Carga 7
2.5 Determinação da Pressão no Ponto A 9
2.6 Verificação da Velocidade 9
2.7 Determinação do KA 10
2.8 Determinação da Pressão no Hidrante H02 10
2.9 Dimensionamento da Bomba 12
2.10 Dimensionamento da Bomba Jockey ..... **Erro! Indicador não definido.**

1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

1.1 Objeto

O presente memorial tem por objetivo discriminar os cálculos realizados para o correto dimensionamento das instalações de prevenção contra incêndio, realizados na obra de construção do Bloco DBI, localizado na Universidade Federal de Lavras, em Lavras/MG.

2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE HIDRANTES

O bloco é composto por dois pavimentos de 899,72 m², totalizando 1.799,44 m², e altura de 3,85 m.

Quanto a sua classificação:

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.
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginásticas (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados.

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

Quanto a sua carga de incêndio:

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

Figura 2: 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 3: Classificação das edificações quanto à ocupação
Fonte: Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008

2.1 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 4 dá os parâmetros para o sistema de hidrantes.

Os hidrantes serão do tipo 2, portanto a vazão mínima no hidrante mais desfavorável deve ser de 125 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]	Simples	100[2]
Hidrante	2	Jato compacto Ø 13 mm ou regulável	40	30[3]	Simples	125
Hidrante	3	Jato compacto Ø 16 mm ou regulável	40	30	Simples	250
Hidrante	4	Jato compacto Ø 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simples	400
Hidrante	5	Jato compacto Ø 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	650

* as vazões correspondem a cada saída.

Figura 4: Tipos de Sistema de Proteção por Hidrantes ou Mangotinhos
Fonte: IT. 017

2.2 Hidrantes Mais Desfavoráveis

Serão dimensionados os dois hidrantes mais desfavoráveis, pois estes serão os que recebem menor pressão.

2.3 Pressão Residual Mínima

Para um esguicho jato compacto com requinte Ø 13 mm, como é neste bloco, o Kesg é de 32,50 L/min.mca$^{-1/2}$. Portanto, a pressão no esguicho desfavorável pode ser expressa como:

$$p = \frac{QH01^2}{K^2}$$

Onde:

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

$$\therefore p = \frac{125^2}{32{,}50^2}$$

$$p = 14{,}79\ mca$$

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 5:

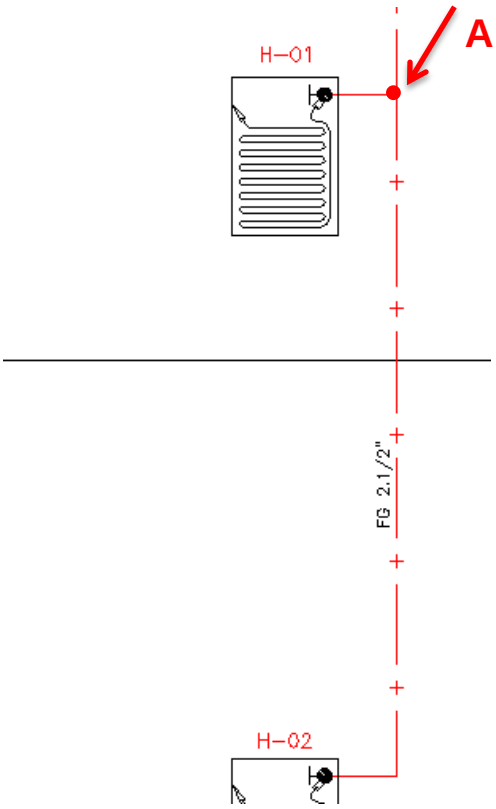


Figura 5: Localização do Ponto A

O comprimento teórico de A até o Hidrante 01:

$$lnc\ H01 = 0{,}30\ m$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Tê de saída bilateral	2.1/2"	4,16	4,16

$$Iec\ H01 = 4{,}16\ m$$

$$\therefore Itc\ H01 = 4{,}46\ m$$

Como na Figura 4, a vazão mínima exigida para os hidrantes mais desfavoráveis é:

$$QH01 = QH02 = 125\ L/min$$

$$QH01 = QH02 = 0{,}0021\ m^3/s$$

2.4 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:

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

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.

$$\therefore hpc = \frac{10{,}65.0{,}0021^{1{,}85}.4{,}46}{120^{1{,}85}.0{,}063^{4{,}87}}$$

$$hpc = 0{,}05\ mca$$

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

$$hpv = k.\frac{Vv^2}{2.g}$$

Onde:

- Vv 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:

$$Vv = \frac{QH01}{Av}$$

Onde:

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

$$Vv = \frac{0{,}0021}{\frac{\pi.0{,}04^2}{4}}$$

$$Vv = 1{,}67 \ m/s$$

$$\therefore hpv = \frac{5.1{,}67^2}{2.9{,}81}$$

$$hpv = 0{,}71 \ mca$$

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

$$hpm = 280000.QH01^{1{,}85}$$

$$hpm = 280000.0{,}0021^{1{,}85}$$

$$hpm = 3{,}11 \ mca$$

A perda de carga no esguicho jato compacto 13 mm é de 32,50 L/min/mca$^{1/2}$, conforme Brentano[1].

$$hpesg = kesg.\frac{Vesg^2}{2g}$$

Onde:

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

- Hpesg é a perda de carga no esguicho tronco cônico (mca);
- Vesg é a velocidade na saída do esguicho (m/s);
- kesg é o coeficiente próprio de singularidade (k=0,10);
- g é a aceleração da gravidade (padrão = 9,81 m/s²).

$$Vesg = \frac{QH01}{Aesg}$$

$$Vesg = \frac{0{,}0021}{\frac{\pi.0{,}013^2}{4}}$$

$$Vesg = 15{,}82\ m/s$$

$$\therefore hpesg = \frac{0{,}10.15{,}82^2}{2.9{,}81}$$

$$hpesg = 1{,}28\ mca$$

$$\therefore hpa\ H01 = 0{,}05 + 0{,}71 + 3{,}11 + 1{,}28$$

$$hpa\ H01 = 5{,}15\ mca$$

2.5 Determinação da Pressão no Ponto A

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

$$pA = pH01 + hpaH01 + hg$$

$$pA = 14{,}79 + 5{,}15 + 0$$

$$pA = 19{,}94\ mca$$

2.6 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:

$$Vc = \frac{QH01}{Ac}$$

Onde:

- Vc é a velocidade do fluido na canalização (m/s);
- QH01 é a vazão no hidrante H01 (L/min);
- Ac é a área da seção da canalização no ramal do hidrante H01 (m²).

$$Vc = \frac{0{,}0021}{\frac{\pi.0{,}063^2}{4}}$$

$$Vc = 0{,}67\ m/s \leq 3{,}0\ m/s\ (Veloc.Máx.) \therefore Valor\ Adequado.$$

2.7 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)

$$K = \frac{125}{\sqrt{19{,}94}}$$

$$K = 27{,}99\ L/min.mca^{-1/2}$$

$$K = 8{,}82\ L/min.KPa^{-1/2}$$

2.8 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 e acrescido o desnível entre os pontos. Assim:

$$pH02 = pA - hpa(A - H02) + hg$$

$$hpa(\mathrm{A}-\mathrm{H02}) = hpc + hpm + hpesg$$

Onde:

- hpa (A-H02) é a perda de carga total no ramal entre o ponto A e o H02 (mca);
- hpc é a perda de carga no segmento de canalização do ramal (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:

$$hpc01 = \frac{10{,}65.QH02^{1{,}85}.Itc}{C^{1{,}85}.dc^{4{,}87}}$$

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.

O comprimento teórico de A até o Hidrante 02:

$$lnc\ H02 = 0{,}30\ m$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Cotovelo 90º	2.1/2"	2,35	2,35

$$Iec\ H02 = 2{,}35\ m$$

$$\therefore Itc\ H02 = 2{,}35\ m$$

Para efeito de cálculo, será considerado que a vazão em H02 também seja a mínima exigida (125 L/min).

$$\therefore hpc = \frac{10{,}65.0{,}0021^{1{,}85}.2{,}35}{120^{1{,}85}.0{,}063^{4{,}87}}$$

$$hpc = 0{,}03\ mca$$

Como já calculado anteriormente:

$$hpv = 0{,}71\ \ mca$$

$$hpm = 3{,}11\ mca$$

$$hpesg = 1{,}28\ mca$$

$$\therefore hpa\ H02 = 0{,}03 + 0{,}71 + 3{,}11 + 1{,}28$$

$$hpa\ H02 = 5{,}13\ mca$$

Logo:

$$pH02 = 19{,}94 - 5{,}13 + 3{,}85$$

$$pH02 = 18{,}66\ mca$$

2.9 Dimensionamento da Bomba

A altura manométrica total é:

$$hmt = pA - hm\ R - A + hprecalque + hpsucção$$

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

$$hm\ R - A = 2{,}70\ mca$$

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

$$hp\ sucção = \frac{10{,}65.\ (QH01 + QH02)^{1{,}85}.\ It\ sucção}{C^{1{,}85}.\ dc^{4{,}87}}$$

$$It\ sucção = \ln sucção + le\ sucção$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Válvula de pé e crivo	2.1/2”	25,00	25,00
2	Tê de saída lateral	2.1/2”	3,43	6,86
3	Registro de gaveta	2.1/2”	0,90	2,70
2	Cotovelo 45º	2.1/2”	1,08	1,16

1	Cotovelo 90º	2.1/2”	2,35	2,35
1	Canalização de Saída	2.1/2”	1,60	1,60
2	Canalização de Entrada	2.1/2”	3,50	7,00

$$\therefore Ie\ sucção = 46{,}67\ m$$

$$ln\ sucção = 5{,}00\ m$$

$$lt\ sucção = 51{,}67\ m$$

$$hp\ sucção = \frac{10{,}65.(0{,}0042)^{1{,}85}.51{,}67}{120^{1{,}85}.0{,}063^{4{,}87}}$$

$$hp\ sucção = 2{,}21\ mca$$

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

$$hp\ recalque = \frac{10{,}65.(QH01 + QH02)^{1{,}85}.It\ recalque}{C^{1{,}85}.dc^{4{,}87}}$$

$$It\ recalque = \ln recalque + le\ recalque$$

Quantidade	Peça	Diâmetro	Comp. Eq.	Total
1	Válvula de retenção horizontal	2.1/2”	8,20	8,20
4	Cotovelo 90º	2.1/2”	2,35	9,40
2	Cotovelo 45º	2.1/2”	1,08	2,16
1	Tê de passagem direta	2.1/2”	0,41	0,41
1	Tê de saída lateral	2.1/2”	4,16	4,16
1	Registro de gaveta	2.1/2”	0,90	0,90

$$le\ recalque = 25{,}23\ m$$

$$ln\ recalque = 9{,}00\ m$$

$$lt\ recalque = 34{,}23\ m$$

$$hp\ recalque = \frac{10{,}65.(0{,}0042)^{1{,}85}.34{,}23}{120^{1{,}85}.0{,}063^{4{,}87}}$$

$$hp\ recalque = 1{,}46\ mca$$

Então:

$$hmt = 19{,}94 - 3{,}85 + 2{,}21 + 1{,}46$$

$$hmt = 19{,}76\ mca$$

A altura manométrica necessária é de 19,76 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 = 250 L/min = 15,00 m³/h;
- Hmt = 19,76 m.

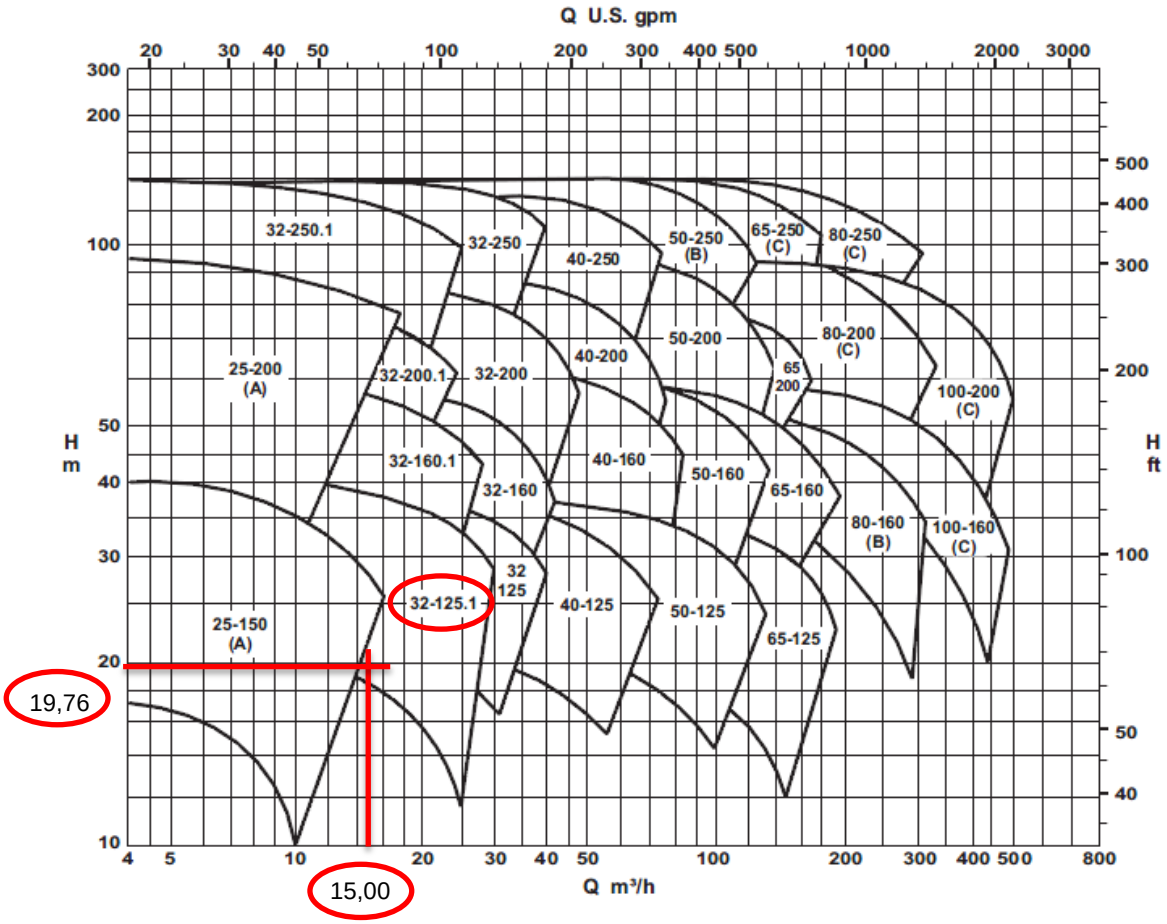


Figura 6: Diagrama de seleção ou gráfico de quadrículas das bombas KSB p/ 3.500 rpm
Fonte: KSB

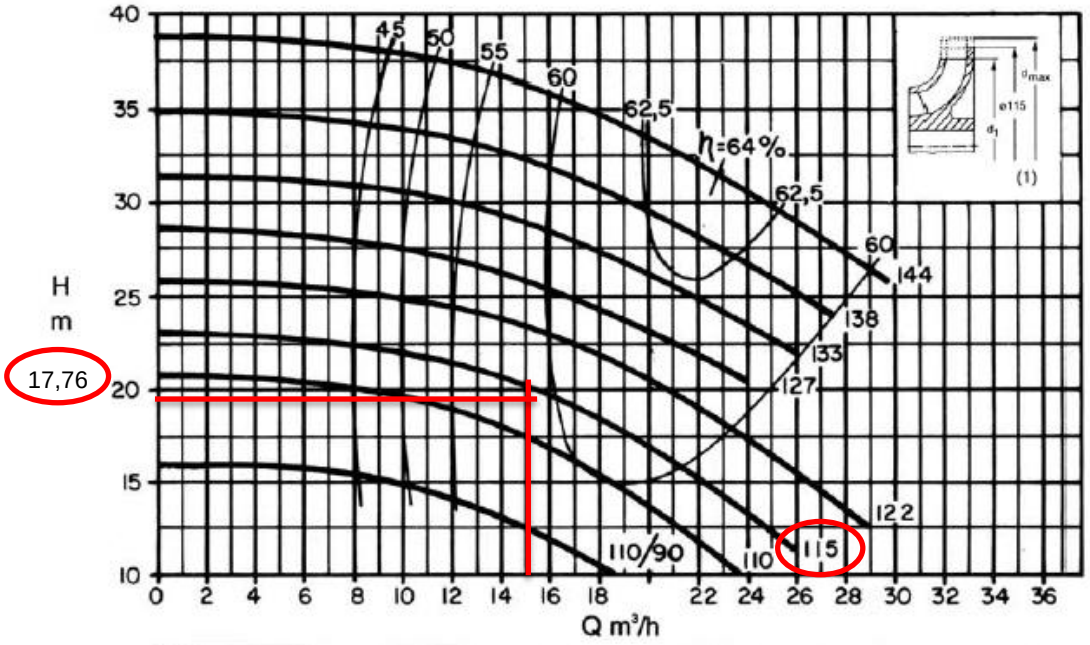


Figura 7: Curva característica da bomba 32-125.1 (3.500 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
Fonte: KSB

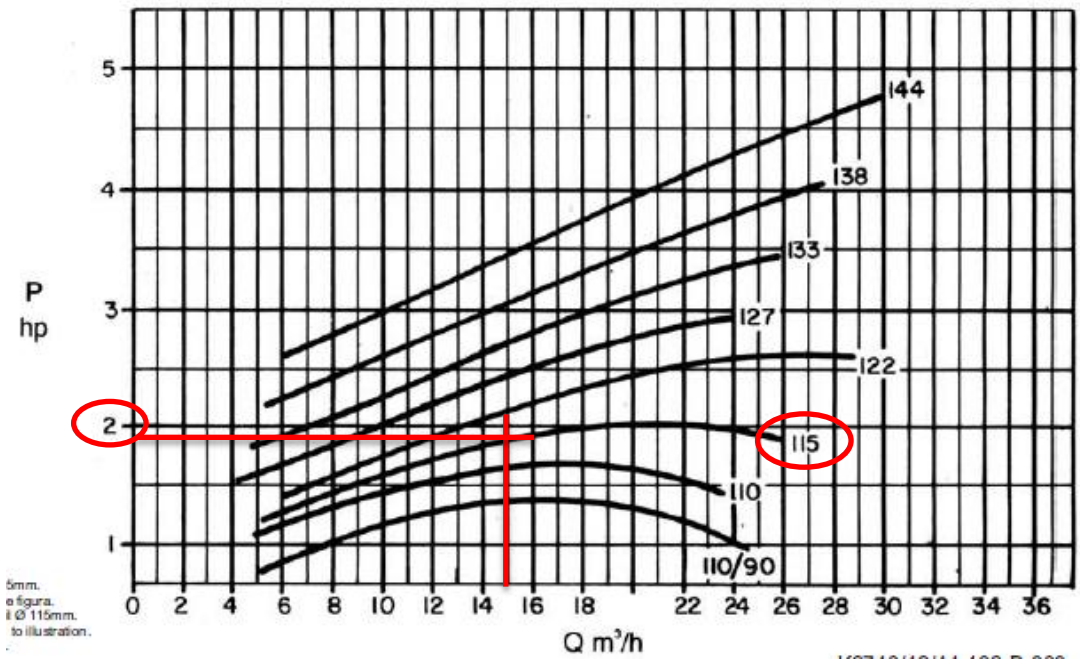


Figura 8: Curva característica da bomba 32-125.1 (3.500 rpm) – Rendimento e Diâmetro do Rotor
Fonte: KSB

Dados da bomba (ou similar):

- Modelo KSB 32-125.1;
- Rendimento: 60 %;
- Diâmetro do rotor: 115 mm;
- 3.500 rpm;
- Potência: 2,0 CV.

Universidade Federal de Lavras
PROPRIETÁRIO
CNPJ: 22.078.679/0001-74

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