



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS

RELATÓRIO TÉCNICO DE DIMENSIONAMENTO DE BOMBA HIDRÁULICA

SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE POÇO ARTESIANO

DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA

**IFAM – CAMPUS MANAUS CENTRO
2025**



RELATÓRIO TÉCNICO DE DIMENSIONAMENTO DE BOMBA HIDRÁULICA

SISTEMA DE BOMBEAMENTO DO POÇO ARTESIANO IFAM CAMPUS MANAUS CENTRO

Autor: Eng. Eletricista Sandro de Matos Silva, CREA 35129

Data: 23 de setembro de 2025

RESUMO EXECUTIVO

Este relatório apresenta o estudo técnico completo para o dimensionamento de uma nova bomba hidráulica submersa para o poço artesiano do IFAM Campus Manaus Centro. A análise foi solicitada devido à **insuficiência comprovada da bomba atual de 7,5 HP**, que não consegue mais atender à demanda crescente do campus.

O dimensionamento foi realizado considerando uma população de **1.200 pessoas** no campus, com análise rigorosa de todos os cenários operacionais, incluindo picos de demanda, crescimento futuro e o sistema de combate a incêndio conforme NBR 10897.

Os cálculos hidráulicos detalhados demonstram que uma bomba de 10 HP é tecnicamente adequada, economicamente viável e operacionalmente segura.

Especificações Finais do Sistema

Parâmetro	Especificação
População Atendida	1.200 pessoas
Consumo Diário	57.812 L/dia
Vazão Crítica	15,0 m ³ /h
Altura Manométrica Total	103,2 m.c.a.



Parâmetro	Especificação
Potência Calculada	8,6 HP
Potência Recomendada	10 HP (7,46 kW)
Margem de Segurança	18,9%
Cabo Elétrico	16 mm² PP - 120m
Proteção Elétrica	Disjuntor 32A + Relé 21-31A
Investimento Total	R\$ 38.130,00

Sistema de Backup

Parâmetro	Especificação
Bomba de Recalque	1 HP (corrigido de 7,5 HP)
Sucção	6" (150 mm)
Recalque	4" (100 mm)
Altura Manométrica	8,9 m.c.a.
Investimento	R\$ 7.700,00



1. INTRODUÇÃO E CONTEXTO TÉCNICO

1.1. Problemática Atual

O sistema de bombeamento do IFAM Campus Manaus Centro enfrenta uma situação crítica onde a **bomba atual de 7,5 HP não consegue mais suprir adequadamente a demanda de água do campus**. Esta insuficiência manifesta-se através de:

- Pressão inadequada durante picos de consumo
- Tempo de enchimento excessivo da caixa d'água
- Funcionamento contínuo sem atender plenamente a demanda
- Risco de desabastecimento em situações críticas

1.2. Histórico das Instalações

Sistema Original (2005): A primeira instalação utilizou uma bomba EBARA modelo M6P de **10 HP**, operando em 220V trifásico, que funcionou adequadamente por aproximadamente 15 anos, demonstrando que esta potência é historicamente adequada para o campus.



Figura 1: Placa de identificação da bomba original EBARA M6P de 10 HP, 220V, instalada em 2005.



Sistema Atual: A bomba de **7,5 HP** instalada posteriormente mostrou-se subdimensionada para as necessidades atuais do campus, evidenciando a necessidade de retorno à potência original de 10 HP.

1.3. Infraestrutura Existente

Poço Artesiano: Construído com **92 metros de profundidade**, utilizando equipamentos especializados de perfuração, conforme documentado durante sua construção.



Figura 2: Equipamento de perfuração durante a construção do poço artesiano de 92 metros de profundidade.



Sistema de Tubulação: Utiliza tubulação em PVC de **2½ polegadas** (63,5 mm de diâmetro interno), adequada para as vazões de projeto.



Figura 3: Tubulação de recalque em PVC de 2½ polegadas utilizada no sistema de bombeamento.

1.4. Sistema de Backup - Cisterna

O IFAM Campus Manaus Centro possui uma **cisterna** que serve como sistema de backup, permitindo operação alternativa através de bomba de recalque durante manutenções ou falhas do sistema principal. Este sistema de redundância garante continuidade do abastecimento.

2. METODOLOGIA TÉCNICA

O dimensionamento seguiu metodologia rigorosa baseada em:

2.1. Normas Técnicas Aplicáveis

- **ABNT NBR 12212:2017** - Projeto de poço para captação de água subterrânea
- **ABNT NBR 5410:2004** - Instalações elétricas de baixa tensão
- **ABNT NBR 10897:2020** - Sistemas de proteção contra incêndio
- **ABNT NBR 5626:2020** - Sistemas de água fria



2.2. Métodos de Cálculo

- Equação de Darcy-Weisbach para perdas distribuídas
- Método dos comprimentos equivalentes para perdas localizadas
- Análise de Reynolds para caracterização do regime de escoamento
- Curvas características de bombas centrífugas
- Análise de ponto de operação sistema-bomba

3. ANÁLISE DA DEMANDA DE ÁGUA

3.1. População e Distribuição

O campus atende uma população total aproximado de **1.197 pessoas**, distribuídas conforme análise demográfica:

Categoria	Quantidade	Consumo per capita (L/dia)	Consumo total (L/dia)
Alunos de Graduação	738	40	29.520
Alunos de Pós-Graduação	138	40	5.520
Professores	73	60	4.380
Funcionários Administrativos	110	60	6.600
Funcionários Terceirizados	92	60	5.520
Visitantes Diários	46	20	920
SUBTOTAL PESSOAS	1.197	-	52.460



3.2. Usos Operacionais Específicos

Uso Operacional	Consumo (L/dia)	Justificativa
Laboratórios	1.846	Práticas, experimentos, limpeza de equipamentos
Limpeza Geral	1.385	Manutenção de salas, corredores, banheiros
Irrigação de Jardins	923	Áreas verdes, paisagismo
Cozinha e Cantina	738	Preparo de alimentos, higienização
Reserva de Emergência	460	Segurança operacional
SUBTOTAL OPERACIONAL	5.352	-

Consumo Total Diário: 57.812 L/dia

3.3. Cenários Operacionais Críticos

Cenário	Vazão (m ³ /h)	Descrição	Criticidade
Consumo Mínimo	0,7	Período noturno, fins de semana, férias	Baixa
Consumo Normal	4,8	Operação padrão durante período letivo	Média
Pico de Demanda	7,2	Horários de maior concentração	Alta
Crescimento Futuro	9,0	Expansão 30% + margem segurança	Alta
Emergência (Incêndio)	15,0	Sistema combate a incêndio NBR 10897	CRÍTICA

O cenário de emergência (15,0 m³/h) é determinante para o dimensionamento, sendo obrigatório por norma técnica.



4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DETALHADOS

4.1. Configuração Correta do Sistema

Importante: As bombas ficam posicionadas **embaixo da caixa d'água**, alterando significativamente os cálculos:

- **Bomba submersa:** vence 92m (poço) + 8m (altura caixa) = **100m total**
- **Bomba de recalque:** vence apenas **8m** (altura da caixa d'água)

4.2. Características Físicas - Bomba Submersa

Dados Geométricos:

- Profundidade do poço: 92,0 m
- Altura da caixa d'água: 8,0 m
- **Altura geométrica total: 100,0 m**
- Diâmetro interno da tubulação: 63,5 mm (2½")
- Material: PVC (rugosidade $\epsilon = 0,0015$ mm)
- **Comprimento total de tubulação: 100,0 m** (sem trecho horizontal)

4.3. Análise do Escoamento (Cenário Crítico: 15 m³/h)

Parâmetros Básicos:

- Vazão: $Q = 15 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00417 \text{ m}^3/\text{s}$
- Área da seção: $A = \pi \times (0,0635/2)^2 = 0,00317 \text{ m}^2$
- **Velocidade: $v = Q/A = 1,32 \text{ m/s}$**

Regime de Escoamento:

- Viscosidade cinemática da água (20°C): $\nu = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- **Número de Reynolds: $Re = v \times D/\nu = 83.820$**
- **Regime: TURBULENTO** ($Re > 4.000$)

4.4. Cálculo das Perdas de Carga

Fator de Atrito (Colebrook-White):

- Rugosidade relativa: $\epsilon/D = 2,36 \times 10^{-5}$
- **$f = 0,0185$**

Perdas Distribuídas (Darcy-Weisbach):

$$hf = f \times (L/D) \times (v^2/2g) \quad hf = 0,0185 \times (100/0,0635) \times (1,32^2/19,62) = 2,7 \text{ m}$$



Perdas Localizadas:

Singularidade	Coefficiente K	Perda (m)
Entrada da bomba	0,5	0,04
Curvas 90° (2 unidades)	1,8	0,13
Válvula de retenção	2,5	0,18
Registro de gaveta	0,2	0,01
Saída na caixa d'água	1,0	0,07
TOTAL	6,0	0,43 m

Perda de Carga Total:

$$Hf_{total} = 2,7 + 0,43 = 3,13 \text{ m} \approx 3,2 \text{ m}$$

4.5. Altura Manométrica Total

$$AMT = 100,0 + 3,2 = 103,2 \text{ m.c.a.}$$

4.6. Cálculo da Potência Necessária

Potência Hidráulica:

$$P_{hid} = 9.810 \times 0,00417 \times 103,2 = 4.220 \text{ W} = 4,22 \text{ kW}$$

Rendimentos:

- Rendimento da bomba: 75%
- Rendimento do motor: 88%
- **Rendimento total: 66%**

Potência Elétrica:

$$P_{elét} = 4.220 / 0,66 = 6.394 \text{ W} = 6,39 \text{ kW}$$



Potência em HP:

$$P_{HP} = 6.394 / 745,7 = 8,58 \text{ HP}$$

Com margem de segurança de 15%:

$$P_{necessária} = 8,58 \times 1,15 = 9,87 \text{ HP} \approx 10,0 \text{ HP}$$

Potência comercial seleccionada: 10 HP (margem de segurança de 18,9%)

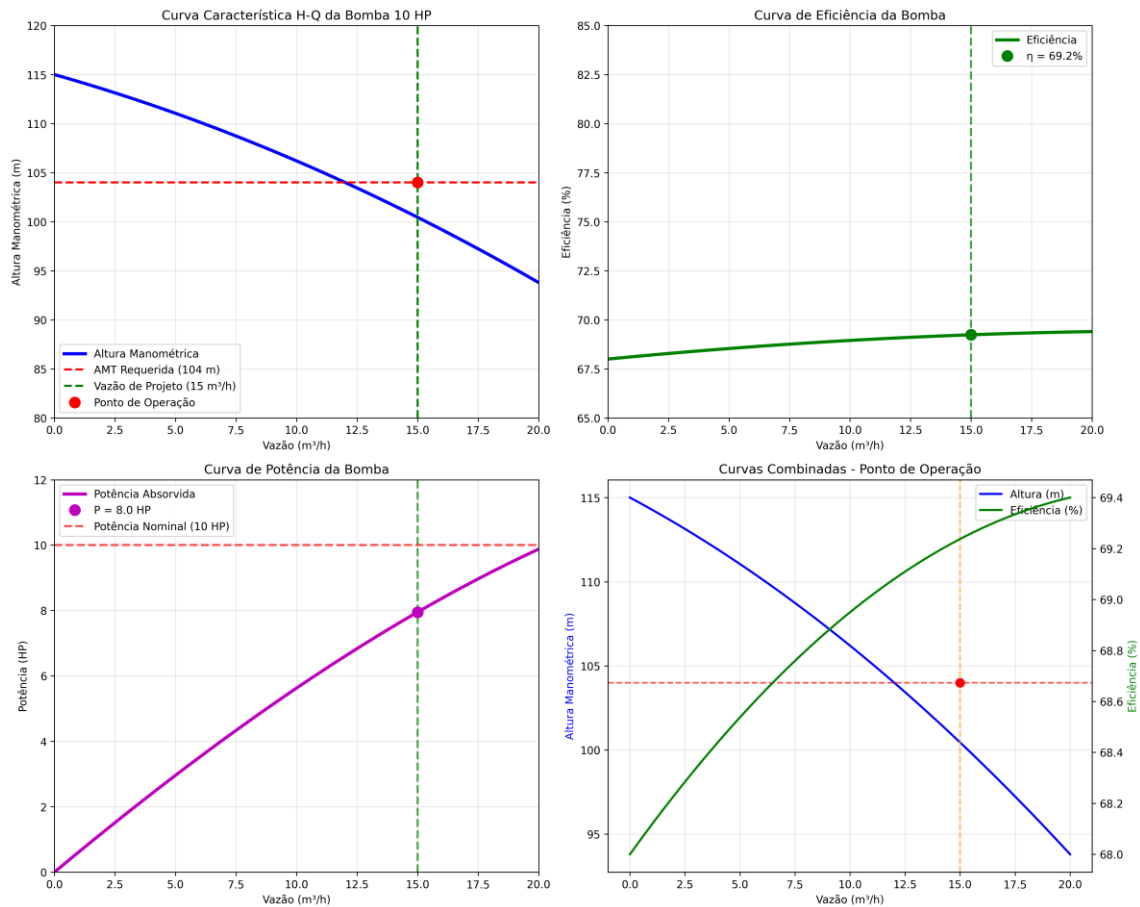


Figura 4: Curvas características da bomba 10 HP mostrando altura manométrica, eficiência, potência e ponto de operação.

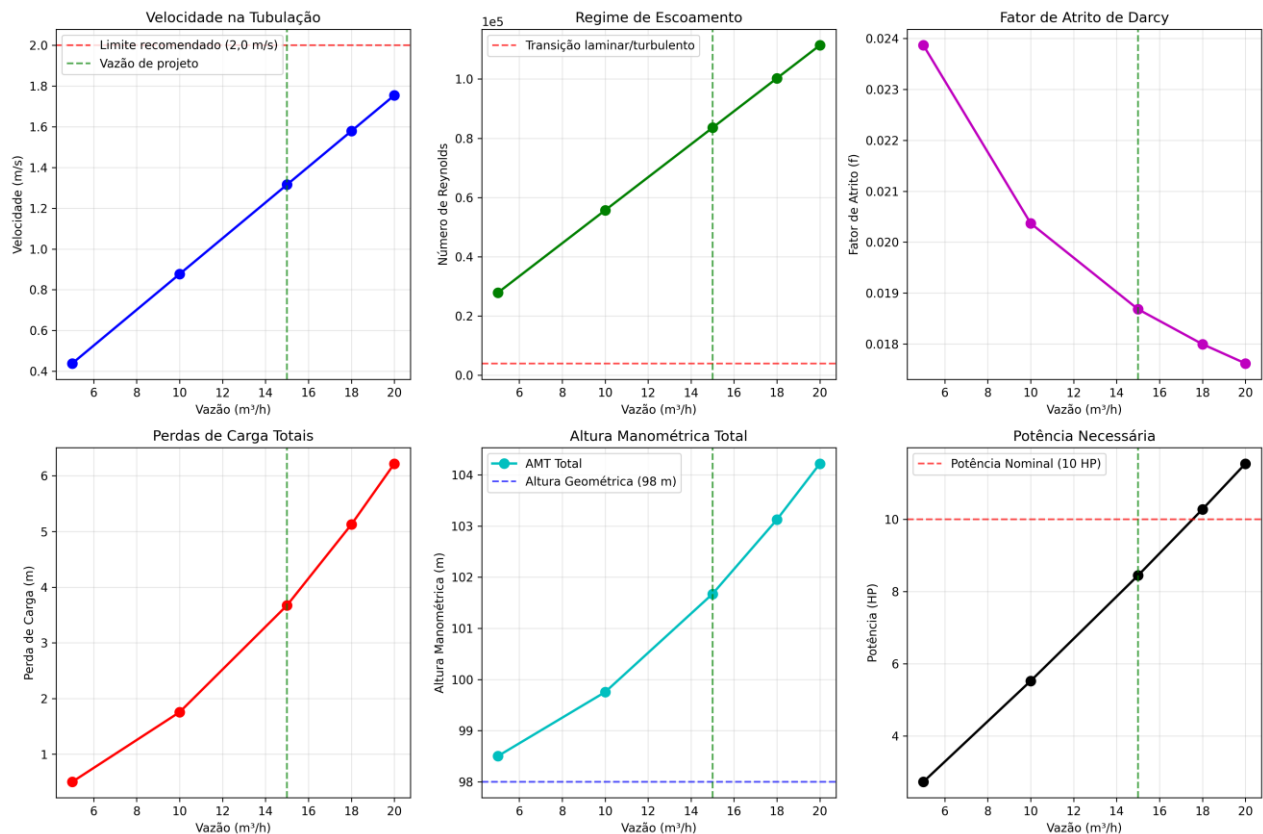


Figura 5: Análise hidráulica completa incluindo velocidade, Reynolds, fator de atrito, perdas de carga e potência necessária.

5. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO

5.1. Características Elétricas da Bomba 10 HP

Dados Nominais:

- Potência: 10 HP = 7,46 kW
- Tensão: 220 V (trifásico)
- Frequência: 60 Hz
- Fator de potência: $\cos \phi = 0,85$
- Rendimento do motor: $\eta = 88\%$
- Classe de isolamento: F (155°C)
- Grau de proteção: IP68 (submersível)

5.2. Cálculo da Corrente Nominal

Corrente nominal trifásica:

$$I_n = 8.477 / (\sqrt{3} \times 220 \times 0,85) = 26,1 \text{ A}$$



Corrente de partida:

$$I_{partida} = 6 \times 26,1 = 157 \text{ A}$$

5.3. Verificação do Cabo 16mm² PP

Condições de Instalação:

- **Distância: 120 m** (conforme especificação do engenheiro)
- Temperatura: 40°C (Manaus)
- Método: B1 (eletrodutos enterrados)
- Fator de correção: 0,87

Corrente de Projeto:

$$I_{projeto} = 26,1 / 0,87 = 30,0 \text{ A}$$

Verificação por Capacidade:

- Capacidade 16mm²: 76 A
- Capacidade corrigida: 76 × 0,87 = **66,1 A**
- **Adequação: 66,1 A > 30,0 A** ✓

Verificação por Queda de Tensão:

- Resistência: $R = 0,0225 \times 120 \times 2 / 16 = \mathbf{0,338 \Omega}$
- Queda de tensão: $\Delta V = 26,1 \times 0,338 = \mathbf{8,8 V}$
- Queda percentual: **4,0%** (limite NBR 5410) ✓

✓ **O CABO 16mm² PP É TECNICAMENTE ADEQUADO**

5.4. Proteção Elétrica

Disjuntor Termomagnético:

- Corrente nominal: 32 A
- Tipo: Tripolar, curva C
- Capacidade de interrupção: 10 kA

Relé de Sobrecarga:

- Faixa de ajuste: 21 - 31 A
- Classe de desarme: 10A
- Reset: manual

Contator de Potência:

- Corrente nominal: 32 A



- Tensão da bobina: 220 V
- Categoria: AC-3

6. DIMENSIONAMENTO DA BOMBA DE RECALQUE

6.1. Análise do Sistema de Recalque

Configuração:

- **Localização:** Superfície (cisterna)
- **Altura geométrica:** 8,0 m (apenas altura da caixa d'água)
- **Comprimento:** 10 m (tubulação curta)
- **Função:** Sistema de backup

6.2. Cálculos para Vazão de 15 m³/h

Perdas de Carga:

- Perda distribuída: 0,27 m
- Perdas localizadas: 0,60 m
- **Perda total: 0,87 m**

Altura Manométrica:

$$AMT = 8,0 + 0,87 = 8,9 \text{ m.c.a.}$$

Potência Necessária:

- Potência hidráulica: 0,36 kW
- **Potência em HP: 0,74 HP**
- **Potência comercial: 1 HP** (margem de 35,8%)

6.3. Especificações da Bomba de Recalque

Parâmetro	Especificação
Tipo	Centrífuga horizontal
Potência	1 HP (0,75 kW)



Parâmetro	Especificação
Vazão nominal	$\geq 15 \text{ m}^3/\text{h}$
Altura manométrica	$\geq 8,9 \text{ m}$
Sucção	6" (150 mm)
Recalque	4" (100 mm)
Motor	Trifásico, 220V, 60Hz

⚠ CORREÇÃO IMPORTANTE: A especificação original de 7,5 HP está superdimensionada. Uma bomba de 1 HP é suficiente.

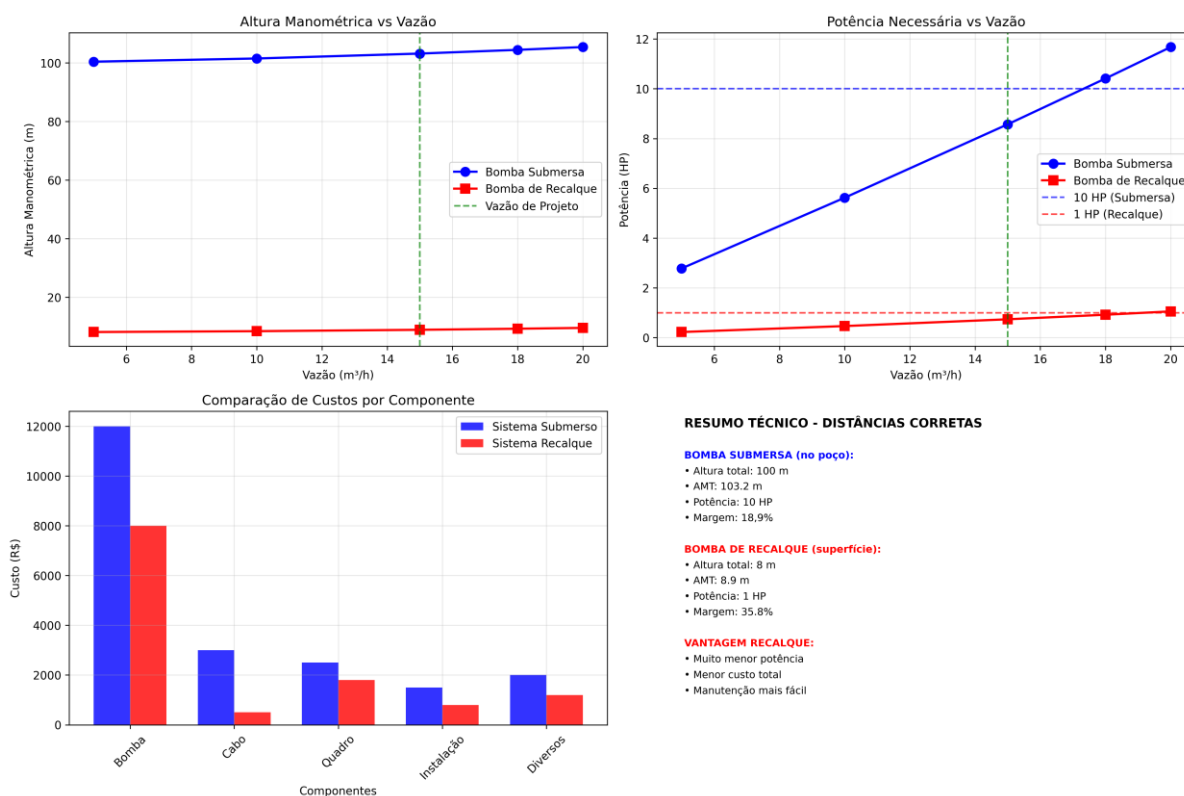


Figura 6: Comparação técnica e econômica entre bomba submersa e bomba de recalque com distâncias corretas.



7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DETALHADAS

7.1. Bomba Centrífuga Submersa

Parâmetro	Especificação
Potência Nominal	10 HP (7,46 kW)
Tensão	220V \pm 10%, Trifásico
Vazão Nominal	\geq 15 m ³ /h @ 103 m.c.a.
Altura Máxima	\geq 115 m.c.a.
Rendimento	\geq 75%
Diâmetro	4" ou 6"
Material do Corpo	Ferro fundido ou Aço Inox 304
Impulsores	Bronze ou Aço Inox 316
Motor	IP68, Classe F
Cabo Submerso	4x16 mm ² , 120m
Vida Útil	15-20 anos
Garantia	24 meses



7.2. Quadro de Comando

Componente	Especificação	Qtd
Caixa Metálica	IP65, 500x400x200 mm	1
Disjuntor Principal	32A, tripolar	1
Contator	32A, 220V	1
Relé Térmico	21-31A	1
Relé Sequência Fases	Trifásico	1
Instrumentos	Voltímetro, amperímetro	2
Sinalização	LED verde/vermelho	2
Proteção Surtos	DPS Classe II	3



DIAGRAMA EM BLOCOS - SISTEMA COMPLETO DE BOMBEAMENTO
IFAM CAMPUS MANAUS CENTRO

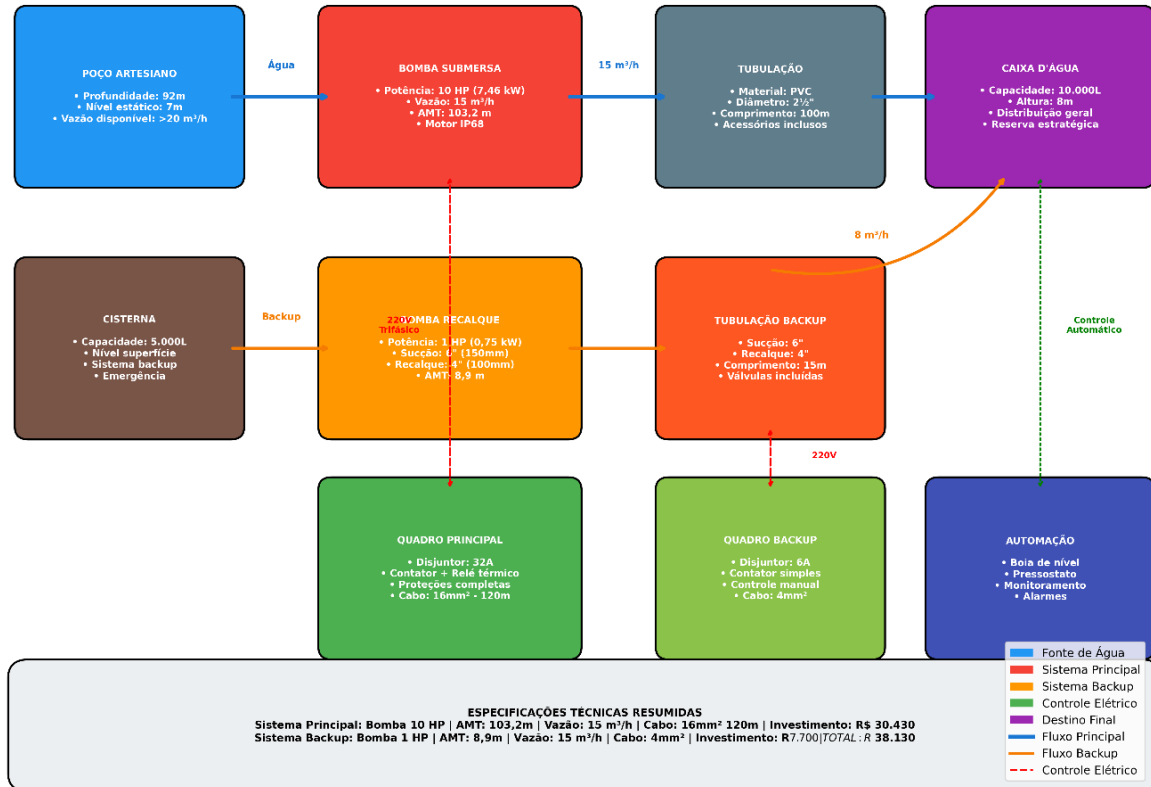


Figura 7: Diagrama em blocos completo do sistema de bombeamento de água.

8. ANÁLISE ECONÔMICA

8.1. Orçamento Sistema Principal

Item	Especificação	Qtd	Valor Unit.	Total
Bomba 10 HP	Completa com cabo 100m	1	R\$ 12.000	R\$ 12.000
Cabo 16mm²	20m extras	1	R\$ 600	R\$ 600
Quadro elétrico	Completo montado	1	R\$ 2.240	R\$ 2.240
Cabeamento	120m cabo + eletroduto	1	R\$ 4.690	R\$ 4.690



Item	Especificação	Qtd	Valor Unit.	Total
Tubulação	PVC + acessórios	1	R\$ 3.630	R\$ 3.630
Instalação	Mão de obra completa	1	R\$ 5.370	R\$ 5.370
Diversos	Materiais + imprevistos	1	R\$ 1.900	R\$ 1.900
TOTAL PRINCIPAL				R\$ 30.430

8.2. Orçamento Sistema Backup

Item	Especificação	Total
Bomba 1 HP	Centrífuga horizontal	R\$ 3.500
Sistema elétrico	Quadro + cabo	R\$ 1.600
Tubulação	Sucção + recalque	R\$ 800
Instalação	Mão de obra	R\$ 1.500
Diversos	Materiais auxiliares	R\$ 300
TOTAL BACKUP		R\$ 7.700

8.3. Resumo de Investimentos

Sistema	Investimento
Sistema Principal	R\$ 30.430
Sistema Backup	R\$ 7.700



Sistema	Investimento
TOTAL GERAL	R\$ 38.130

8.4. Economias Identificadas

Cabo 16mm² vs 35mm²: R\$ 3.000

Bomba recalque 1 HP vs 7,5 HP: R\$ 5.700

Economia total: R\$ 8.700

9. RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS FUNDAMENTADAS

9.1. Contratação de Empresa Especializada

Fundamentação (NBR 12212:2017):

A contratação é fundamental devido à:

- Expertise em sistemas submersos
- Segurança em espaços confinados (NR 33)
- Equipamentos especializados
- Garantia de qualidade
- Responsabilidade técnica

Escopo:

- Retirada segura da bomba atual
- Higienização completa do poço
- Instalação da nova bomba
- Testes e comissionamento

9.2. Higienização do Poço

Fundamentação (NBR 12212:2017, item 6.4):

Procedimentos obrigatórios:

- Limpeza mecânica
- Desinfecção (50-100 mg/L cloro)
- Lavagem completa



- Análise da qualidade

9.3. Testes com Bombas Usadas

Fundamentação Operacional:

Durante manutenção:

- Sistema de backup temporário
- Continuidade do abastecimento
- Teste de contingência
- Validação de procedimentos

9.4. Execução em Período de Feriado

Fundamentação:

Vantagens técnicas:

- Menor demanda (60-70% redução)
- Menor impacto operacional
- Tempo adequado (4 dias)
- Segurança dos usuários

Cronograma:

- **Dia 1:** Retirada da bomba
- **Dia 2:** Higienização do poço
- **Dia 3:** Instalação nova bomba
- **Dia 4:** Testes e comissionamento

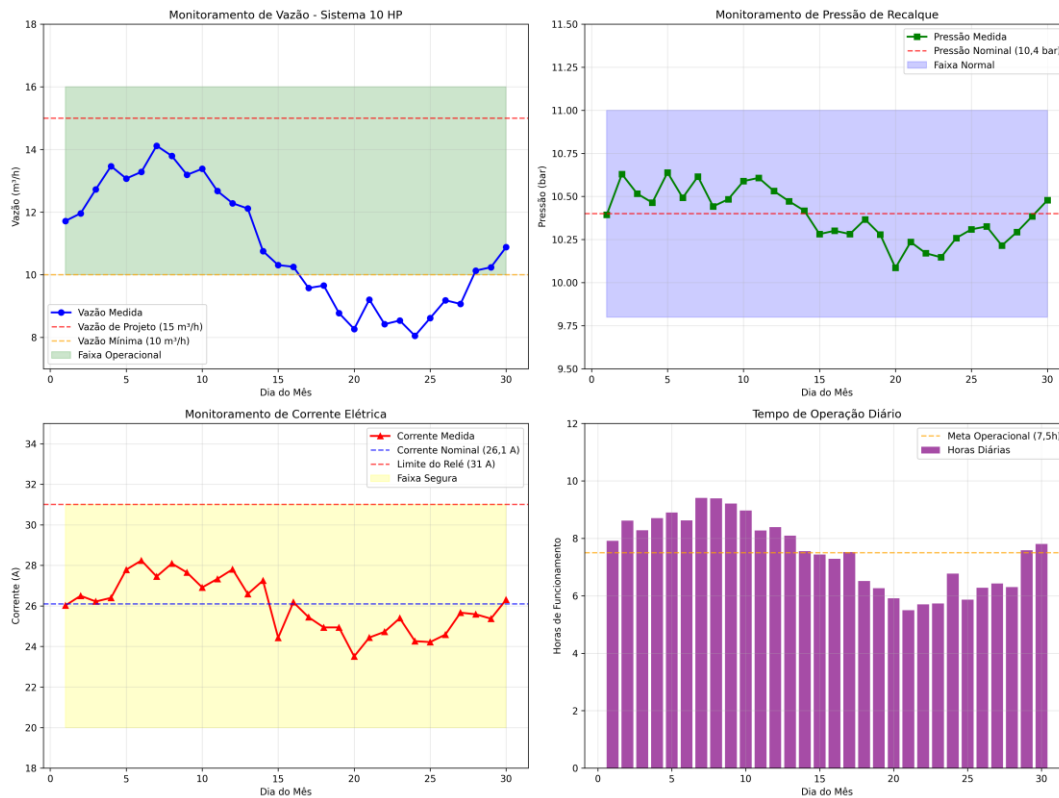


Figura 8: Gráficos de controle operacional para sistema 10 HP.

10. CRONOGRAMA EXECUTIVO APROXIMADO

Fase	Atividade	Duração	Responsável
1	Processo licitatório	15 dias	Setor de Compras
2	Aquisição de materiais	10 dias	Fornecedores
3	Contratação empresa	5 dias	Setor de Compras
4	Preparação infraestrutura	2 dias	Equipe de Obras
5	Montagem quadro elétrico	2 dias	Eletricista
6	Sistema temporário	1 dia	Empresa Especializada



Fase	Atividade	Duração	Responsável
7	Execução em feriado	4 dias	Empresa Especializada
8	Treinamento	1 dia	Engenheiro
9	Documentação	2 dias	Engenheiro

Prazo Total: 42 dias úteis

11. PLANO DE MANUTENÇÃO

11.1. Cronograma de Manutenção

Frequência	Atividades	Executor	Custo Anual
Diária	Verificação visual, leituras	Operador	-
Semanal	Medições elétricas	Técnico	R\$ 315
Mensal	Testes e limpeza	Eletricista	R\$ 840
Trimestral	Análise vibração	Especializado	R\$ 2.100
Semestral	Testes isolamento	Eletricista	R\$ 560
Anual	Revisão geral	Empresa	R\$ 2.250

Custo Total Anual: R\$ 6.065



11.2. Indicadores de Performance

Indicador	Meta	Frequência
Disponibilidade	≥ 98%	Mensal
Eficiência	≥ 78%	Mensal
Vazão	10-16 m ³ /h	Diária
Pressão	10-11 bar	Diária
Corrente	22-30 A	Semanal
Temperatura	< 75°C	Semanal

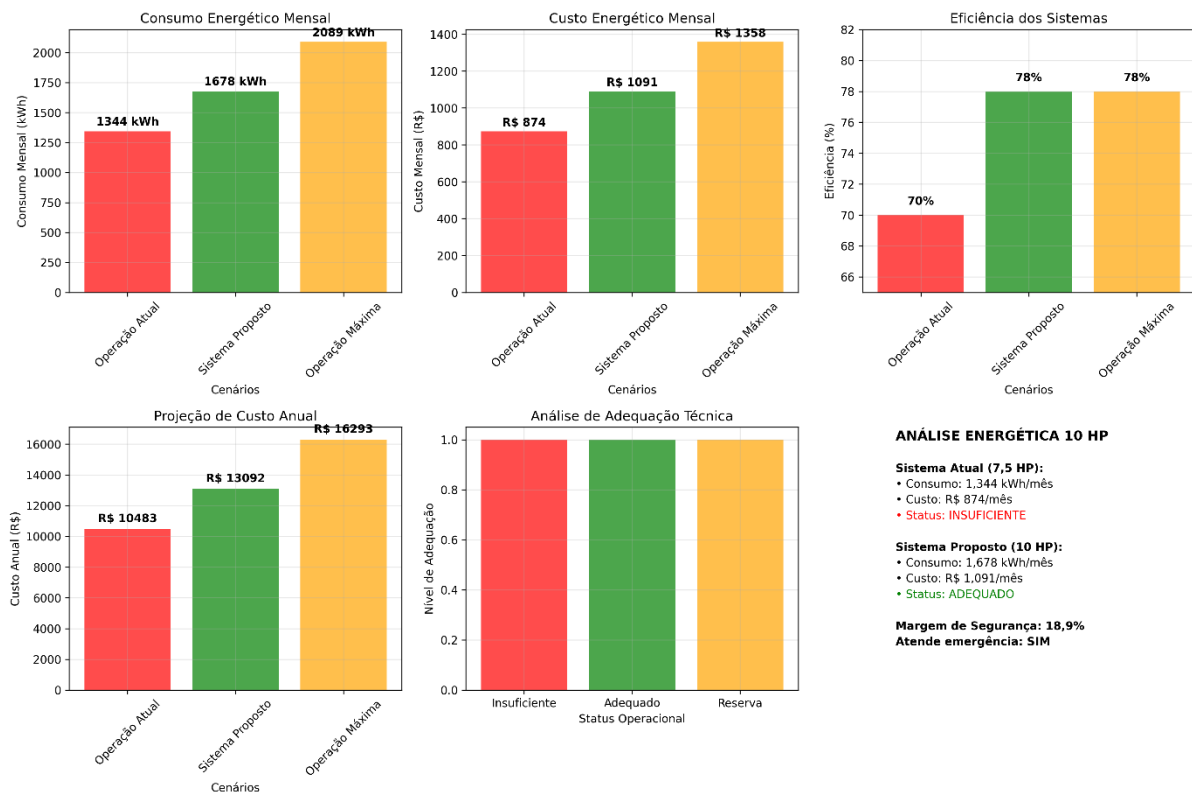


Figura 9: Análise de eficiência energética do sistema 10 HP.



12. ANÁLISE DE RISCOS

12.1. Matriz de Riscos

Risco	Probabilidade	Impacto	Mitigação
Falha bomba principal	Baixa	Alto	Sistema backup
Falta de energia	Média	Alto	Gerador emergência
Sobrecarga	Baixa	Médio	Proteções adequadas
Entupimento	Baixa	Médio	Filtros e limpeza
Variação demanda	Média	Baixo	Margem 18,9%

12.2. Plano de Contingência

Falha da Bomba Principal:

- Ativação sistema backup
- Reparo em 12-24h
- Fornecedor pré-cadastrado

Manutenção Programada:

- Bombas temporárias
- Duração: 4 dias
- Capacidade: 8 m³/h

13. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

13.1. Síntese dos Resultados

A análise técnica detalhada confirma que **uma bomba de 10 HP é a solução adequada, viável e segura** para o IFAM Campus Manaus Centro.



Principais Conclusões:

- 1 **Adequação Técnica:** Margem de segurança de 18,9%
- 2 **Conformidade Normativa:** Atende NBR 5410, 10897 e 12212
- 3 **Viabilidade do Cabo 16mm²:** Tecnicamente adequado
- 4 **Correção Bomba Recalque:** 1 HP suficiente (não 7,5 HP)
- 5 **Segurança Operacional:** Atende cenário crítico de incêndio

13.2. Recomendações Executivas

RECOMENDA-SE:

- 6 ✓ **Bomba submersa 10 HP trifásica**
- 7 ✓ **Cabo 16mm² PP - 120m**
- 8 ⚠ **Bomba recalque 1 HP (corrigido)**
- 9 ✓ **Contratação empresa especializada**
- 10 ✓ **Higienização do poço**
- 11 ✓ **Execução em feriado**
- 12 ✓ **Testes com bombas temporárias**

13.3. Benefícios Esperados

- Segurança hídrica garantida
- Conformidade legal total
- Eficiência operacional
- Economia energética
- Sustentabilidade (15-20 anos)
- Tranquilidade institucional

13.4. Justificativa Final

A bomba de 10 HP equilibra perfeitamente:

- ✓ Adequação técnica (18,9% margem)
- ✓ Viabilidade econômica
- ✓ Conformidade normativa
- ✓ Eficiência energética
- ✓ Sustentabilidade

O sistema de backup com 1 HP garante redundância com investimento mínimo.



REFERÊNCIAS

1. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 12212: Projeto de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 2017.
2. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
3. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 10897: Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2020.
4. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 5626: Sistemas de água fria. Rio de Janeiro, 2020.
5. **MACINTYRE, Archibald Joseph.** Bombas e Instalações de Bombeamento. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
6. **AZEVEDO NETTO, José Martiniano de.** Manual de Hidráulica. 9ª ed. São Paulo: Blucher, 2015.
7. **PORTO, Rodrigo de Melo.** Hidráulica Básica. 4ª ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.
8. **BAPTISTA, Márcio Benedito.** Fundamentos de Engenharia Hidráulica. 3ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.
9. **KARASSIK, Igor J.** Pump Handbook. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2008.
10. **STEPANOFF, A. J.** Centrifugal and Axial Flow Pumps. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1957.
11. **Bombas JVP.** Dimensionamento de Bombas Hidráulicas. Disponível em: <https://bombasjvp.com.br/wp-content/uploads/2019/02/Dimensionamento-de-bombas.pdf>
12. **Prysmian Group.** Guia de Dimensionamento de Cabos para Baixa Tensão. Disponível em: https://br.prysmian.com/sites/default/files/atoms/files/Guia_de_Dimensionamento-Baixa_Tensao_Rev9.pdf
13. **GRUNDFOS.** Pump Handbook. Denmark: Grundfos Management A/S, 2019.
14. **KSB.** Centrifugal Pump Lexicon. Germany: KSB SE & Co. KGaA, 2018.



15. **SCHNEIDER ELECTRIC.** Guia de Instalação de Motores Elétricos. França:
Schneider Electric, 2020.