

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA DA UNIDADE SÃO FRANCISCO NO MUNICÍPIO DE SINOP-MT

NATHAN DE PAULA RIOS ADAME¹
RAFAEL GOULART DE ANDRADE SANTOS²
CÉZAR CLÁUDIO GRANETTO³

RESUMO: O estudo foi realizado na estação elevatória de água da empresa Águas de Sinop, cujo sistema está localizado na esquina da avenida São Francisco com a rua Santa Helena. O objetivo do trabalho é avaliar a eficiência e o rendimento do sistema e sua vazão, realizando, assim, o levantamento de dados e do dimensionamento no local da ETA analisada. O poço analisado capta água do lençol freático e o transporta ao reservatório. Os dados de comprimento de tubulação foram levantados, assim como seu diâmetro e as peças do conjunto. Adiante, foram feitos os cálculos necessários para que fosse possível desenvolver a análise da eficiência da bomba que transporta a água para o reservatório estudado chegando assim a conclusão que a bomba foi bem dimensionada e está apta a realizar tal tarefa.

PALAVRAS-CHAVE: Água. Análise. Estação Elevatória. Eficiência. Reservatório.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE RAW WATER LIFTING STATION OF THE SÃO FRANCISCO UNIT IN THE MUNICIPALITY OF SINOP-MT

ABSTRACT: The study was carried out at the water elevation station of the company Águas de Sinop, whose system is located at the corner of avenida São Francisco and rua Santa Helena. The objective of the work is to evaluate the efficiency and performance of the system and its flow, thus carrying out the data and dimensioning survey at the analyzed ETA site. The analyzed well draws water from the water table and transports it to the reservoir. The pipe length data were collected, as well as its diameter and the parts of the set. Ahead, the necessary calculations were made so that it was possible to develop an analysis of the efficiency of the pump that transports water to the studied reservoir, thus reaching the conclusion that the pump was well dimensioned and able to perform such a task.

KEYWORDS: Water. Lift station. Efficiency. Reservoir. Analyze.

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIFE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: nathan_unifasipe@hotmail.com

² Professor Mestre em Matemática, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIFE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: rafaelgoulart12@gmail.com

³ Professor Engenheiro Agrícola, Curso de Engenharia Civil, UNEMAT, Res. Aquarela das Artes, Sinop – MT. Endereço eletrônico: cezar.granetto@unemat.br

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Sinop foi nomeada com as iniciais da colonizadora que a projetou, Sociedade Imobiliária Noroeste do Paraná, colonizada em uma área de ocupação da Amazônia Legal Brasileira, em 14 de setembro de 1974. Em sua colonização, autoridades da época estavam presentes, como: Rangel Reis, o Ministro do Interior e José Fragelli o Governador. A cidade provém de uma ocupação da Amazônia Legal Brasileira (BRASIL, 2020).

Assim como outras cidades, Sinop está localizada em uma cota superior do rio Teles Pires que, susceptivelmente, recebe as águas da bacia hidrográfica do Teles Pires. Optou-se, no início da povoação, fornecer água do lençol freático, ou seja, subterrâneo. Os primeiros moradores utilizavam água de poço artesanal, feito em seu próprio quintal, destinando a atividades domésticas. Na época, o lençol freático era raso e esses poços mediam cerca de dois metros de profundidade. Em 1979, foi perfurado, pela SANEMAT (Serviço de água e abastecimento do Estado), o primeiro poço artesiano da cidade (CUNHA, 2010; FALCHETTI, 2010).

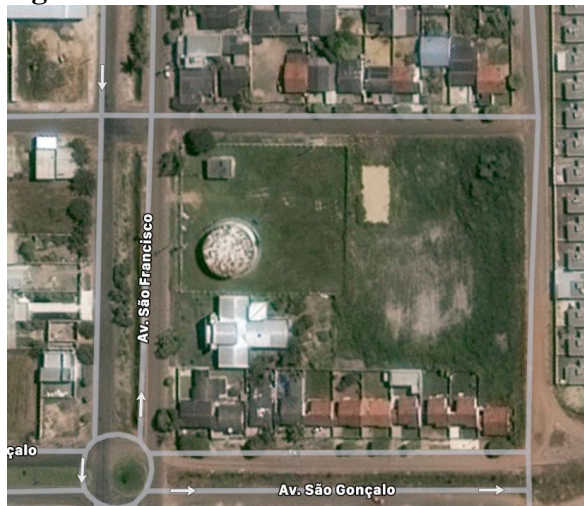
A partir de 2001, foi estabelecida, em Sinop, uma lei que regulariza a implementação de novos loteamentos com a infraestrutura de água encanada, energia elétrica e asfalto, permitindo que, em 2008, a SAAES atingisse 92% do município de Sinop com água tratada (PORTAL SANEAMENTO BÁSICO, 2008).

Criar maneiras de retirar a água dos cursos d'água, tratá-la e, posteriormente, distribuí-la para o consumo seria uma alternativa para suprir a necessidade da população. Portanto, a implantação de estações elevatórias acaba sendo um ponto chave para que ela (a água) possa chegar a todos, em quantidade que atenda às precisões básicas e com qualidade, produzida nas Estações de Tratamento de Água (ETA), que deve seguir recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) (CORDEIRA, 2001; RODRIGUES, 2013).

Tanto na captação da água quanto na sua condução, é possível utilizar estações elevatórias, que se tratam do conjunto de motobombas, reservatórios de água, tubulações e válvulas que bombeiam e elevam a água até o sistema de abastecimento do município intencionado (MONTEIRO, 2008).

A proposta desse projeto é estudar e avaliar a eficiência do sistema de captação de água bruta da estação de tratamento da unidade São Francisco no município de Sinop, do qual utiliza o processo de captação de água subterrâneo para mostrar seu rendimento.

Imagem 1: Vista aérea da Unidade São Francisco.



Fonte: (Google Maps, 2020).

2. REVISÃO DE LITERATURA

As estações elevatórias são compostas por bombas e seus motores acoplados, tubulações e reservatórios. Todos os componentes têm que estar em um ponto ótimo de operação, considerando que a engenharia busca sempre a melhor eficiência dos sistemas e, quando esses pontos não são considerados, problemas, como o rendimento energético ou a diminuição da vida útil dos equipamentos, podem aparecer e comprometer toda a eficiência da estação (MENDONÇA, 2018).

Se bem dimensionadas, as bombas podem facilitar o transporte da água e diminuir a quantidade de manutenção do equipamento, causando, assim, um menor custo e uma melhor eficiência. Caso o sistema seja superdimensionado, o sistema estará gastando energia além do ideal, como também pode estar retirando um volume maior de água do manancial, sem necessidade, causando, dessa forma, um aumento no valor e nos custos para a população, devido ao fato de um maior volume ser retirado, tratado e transportado, sem que seja necessário. (MENDONÇA, 2018; STEFFENS, 2019).

De acordo com a NBR 12.218, a máxima pressão estática nas redes de distribuição deve ser de 400 kPa. Porém, em regiões de terrenos mais acidentados, a pressão pode chegar a 500 kPa, com pressão dinâmica de 100 kPa, adotando, como referência, o nível do terreno estudado. Contudo, para o atendimento da pressão dinâmica, faz-se a utilização de alguns mecanismos a fim de assegurar que a pressão mínima na rede seja atingida (CAVALCANTE, 2019).

A captação é dada pela junção de aparelhos, junto com a fonte de água bruta – sem tratamento – para o sistema de tratamento e distribuição, que fornece água de qualidade suficiente para a demanda do local. Seu sistema deve ser constante em todas as épocas e sua manutenção e operação devem ser da forma mais simples possível (BONINI, 2018).

Seu relevo, também, deve ser considerado devido ao deslocamento da água ao local determinado. O sistema de bombeamento é entendido como apenas uma bomba ou um conjunto de bombas, e é responsável pelo maior consumo de toda a energia do sistema de abastecimento de água (GONZAGA, 2019).

Bombas são equipamentos para efetuarem o escoamento de um fluido, transformando sua energia, recebida em trabalho mecânico transferido ao líquido, em forma de energia cinética e de pressão. O local de armazenamento das bombas deve possuir espaço para futuras manutenções que possam ser necessárias, deve ser iluminado e, ainda, ser prevenido com uma bomba reserva (DIEZ, 2007). As bombas podem ser classificadas em volumétricas, que fornecem uma quantidade determinada de fluido a cada ciclo e em bombas hidrodinâmicas, nas quais a única resistência é criada devido ao peso do fluido e o atrito (BRASIL, 2020).

Outra classificação distingue as bombas em dois tipos: as volumétricas e as turbo bombas, também conhecidas como bombas de fluxo. As características das turbo bombas são um elemento girante composto de pás, chamados rotor, movido através de seu eixo por uma fonte de potência (BRASIL, 2020; BRUSTOLINI, 2012).

O conjunto fica acondicionado dentro de uma carcaça onde se identifica claramente o eixo, por onde é transferida a potência de acionamento, a sucção, que é por onde o fluido entra no conjunto e a descarga que é por onde o fluido sai (BRUSTOLINI, 2012).

A classificação de turbo bombas se dá por: magnéticas, especiais e rotativas, contudo, usam-se apenas as turbo bombas rotativas para o bombeamento hidráulico e, dentro do sistema rotativo, existem três classificações, que são: fluxo axial, fluxo misto e centrífuga. Segundo Brustolini (2012, p. 18), por atenderem grandes demandas de pressão e vazão, além de excelentes rendimentos, baixos custos de instalação, operação e manutenção, a turbo bomba centrífuga é, extremamente, predominante nos sistemas de fornecimento de água. Em Sinop, o modelo de bomba utilizado para a captação da água bruta é o BHS 516/9.

O fenômeno de cavitação em bombas centrífugas é a formação de bolhas de vapor do fluido bombeado na região de sucção do equipamento. As bolhas de vapor formadas em algum local do escoamento, em geral na região de sucção da bomba, entrarão, posteriormente, em colapso. Este fenômeno é importante cientificamente, tecnicamente e economicamente (COELHO, 2006).

As consequências dessas bolhas de vapor podem gerar problemas no sistema que, em geral, são: ruído provocado pelo fenômeno da “implosão”, trepidação e vibração da máquina, corrosão e desgaste dos rotores e queda do rendimento. A fim de evitar a cavitação, opta-se pela escolha de materiais mais resistentes para a maior vida útil dos rotores e pás do sistema. Porém, seria uma solução temporária. Para uma solução absoluta, será necessário que a energia de pressão - Δh – “requerida”, que é demandada pela bomba, ou chamada de pressão crítica NPSHreq (Net Positive Suction Head- requerida), seja menor que o NPSHdisp (Net Positive Suction Headdisponível), visto que, se exista uma igualdade entre as duas, tende-se ao limite, iniciando-se o processo de cavitação. No caso de Sinop, esse estudo não se faz necessário por conta da constante variação do lençol freático, usando, assim, materiais de alta durabilidade com vistas a diminuir os danos causados pela cavitação (MONTEAGUDO, 2018).

Todo sistema de condução de água tem perda de carga, independentemente do seu tamanho e suas perdas de carga devem ser consideradas para a hora do dimensionamento do sistema, visando-se evitar uma baixa eficiência. Existem dois tipos de carga: uma localizada e a outra contínua. A contínua ocorre devido ao atrito do fluido com as bordas do conduto, já a localizada ocorre pelo fato das curvas, válvulas e registros alterarem a direção e a velocidade do fluido e, conseqüentemente, a pressão do local, causando perdas no sistema (DE LIMA, 2020).

A imagem a seguir mostra a tabela dos valores das perdas localizadas:

Imagem 2: Tabela de comprimentos virtuais.

Diâmetro nominal (mm)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° pas. Dir.	Tê 90° saída lateral	Tê 90° saída bilateral	Entrada normal	Entrada borda	Saída Canal.	Válv. Pé e crivo	Vál. Ret. leve	Vál. Ret. pesada	Reg. Globo aberto	Reg. Gaveta aberto	Reg. Ângulo aberto
15	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,7	0,8	0,2	0,4	0,4	3,6	1,1	1,6	4,9	0,1	2,6
20	0,7	0,3	0,5	0,3	0,1	1,0	1,3	0,2	0,5	0,5	5,6	1,6	2,4	6,7	0,1	3,6
25	0,9	0,4	0,7	0,4	0,2	1,4	1,7	0,3	0,7	0,7	7,3	2,1	3,2	8,2	0,2	4,6
32	1,2	0,5	0,8	0,5	0,2	1,7	2,1	0,4	0,9	0,9	10,0	2,7	4,0	11,3	0,2	5,6
40	1,4	0,7	1,0	0,6	0,3	2,1	2,5	0,5	1,0	1,0	11,6	3,2	4,8	13,4	0,3	6,7
50	1,9	0,9	1,4	0,8	0,3	2,7	3,3	0,7	1,5	1,5	14,0	4,2	6,4	17,4	0,4	8,5
65	2,4	1,1	1,7	1,0	0,4	3,4	4,2	0,9	1,9	1,9	17,0	5,2	8,1	21,0	0,4	10,0
80	2,8	1,3	2,0	1,2	0,5	4,1	5,0	1,1	2,2	2,2	20,0	6,3	9,7	26,0	0,5	13,0
100	3,8	1,7	2,7		0,7	5,5	6,7	1,6	3,2	3,2	23,0	8,4	12,9	34,0	0,7	17,0
125	4,7	2,2			0,8	6,9	8,3	2,0	4,0	4,0	30,0	10,4	16,1	43,0	0,9	21,0
150	5,6	2,6	4,0		1,0	8,2	10,0	2,5	5,0	5,0	39,0	12,5	19,3	51,0	1,1	26,0

Fonte: Azevedo Netto (2000).

A fórmula mais comum de se calcular a perda de carga de um conjunto de condução de fluido se dá pela utilização da fórmula de Hazen-Williams, que se dá por:

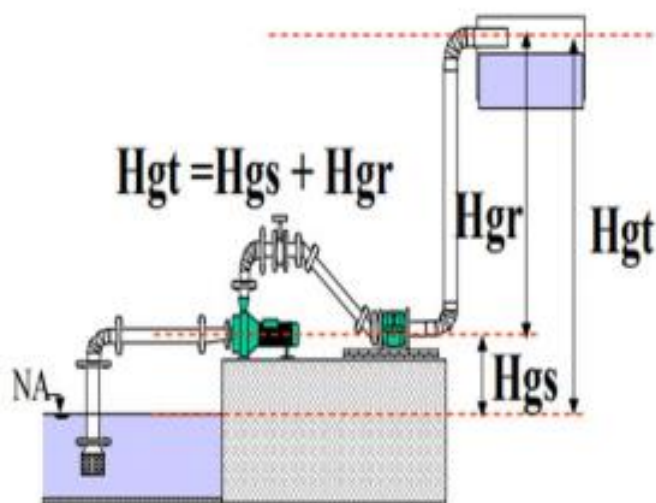
$$hf = 10,643 * \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852}} * \frac{L}{D^{4,871}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde hf = perda de carga (m/m), Q = vazão (m³/s), C = coeficiente de rugosidade, L = comprimento virtual da tubulação e D = diâmetro do conduto (m). Para calcular toda a perda de carga, da captação até o reservatório, com a equação 1, considera-se o diâmetro de toda a tubulação, que deve permanecer constante. Caso contrário, usa-se a fórmula através de cada

segmento de diâmetro igual fazendo o somatório no final dos valores encontrados para cada diâmetro (ACHOUR, 2020).

A operação padrão de bombeamento se consiste em fornecer energia ao líquido para que ele possa percorrer todo o sistema vencendo suas resistências. As alturas geométricas provenientes de um sistema de bombeamento são estáticas e estão representadas na figura 2, onde se faz presente a equação $H_{gt} = H_{gs} + H_{gr}$ que é presente pelos elementos H_{gt} que é o somatório de $H_{gs} + H_{gr}$ que significa a altura geométrica total, H_{gs} é a cota da superfície da água que é retirada com o eixo central da bomba e o H_{gr} que significa a altura geométrica de recalque (ACHOUR, 2020; CAMPOS, 2007).

Imagem 3: Representação das alturas manométricas e instalação típica de motobomba.



Fonte: Campos. M, 2007.

Para o cálculo da potência consumida, ou potência mecânica oferecida à bomba pelo motor, deve-se conhecer o rendimento da bomba, para a altura manométrica (H) e vazão (Q). Os fabricantes oferecem as curvas características da bomba, onde descobrimos a potência consumida e o rendimento (SANTOS, 2020). Desta forma, utiliza-se o anexo I e a seguinte fórmula:

$$Ph = \frac{\gamma * Q * H}{75 * \eta} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

Ph = Potência Hidráulica, em CV;

γ = Peso específico do fluido, em kgf/ L;

Q = Vazão, em m³/s;

H = Altura manométrica, em m;

75 = Fator de conversão para CV;

η = Eficiência da bomba.

2. METODOLOGIA

Após um estudo aprofundado sobre estações de tratamento de água, foi feita uma visita a empresa Águas de Sinop, que é responsável pela distribuição de água no município, para que fosse marcada uma data para uma visita in loco no local estudado para que pudesse

ser observado a quantidade de curvas que o sistema possui, seu diâmetro e a distância da bomba até o reservatório.

Após a visita a empresa responsável encaminhou os dados necessários para os cálculos de perda de carga, altura geométrica total e potência hidráulica que seriam a vazão do local, a altura e diâmetro do reservatório bem como o material usado na construção da estação e a profundidade do poço estudado.

Com a coleta dos dados, foi possível determinar a potência real necessária para a bomba. Após todo o processo, foi comparado o resultado da potência necessária com a potência do conjunto moto bomba da ETA da unidade São Francisco e concluir se o reservatório foi bem dimensionado, afim de evitar o desperdício de energia.

4. RESULTADO E VERIFICAÇÃO

A estação elevatória de água bruta da unidade São Francisco é abastecida com um poço de captação de água que distribui água pelas suas imediações, com o abastecimento de 9 bairros ao seu entorno, sendo eles o bairro São Francisco, Morιά, Panamby, Bom Jardim, Belvedere 1, 2 e 3 e a Comunidade Vitória. O poço segue o mesmo padrão de outros poços da cidade, com o número de peças iguais, barrilete padronizado e denominado PTP-40. A estação se compõe apenas por um poço tubular profundo (PTP-40). O reservatório possui um formato cilíndrico, com uma altura de 5,5 metros e com volume de, aproximadamente, 1000m³ de água bruta, obtida através do lençol freático. A seguir segue o registro da estação.

Imagem 3: Poço – PTP-40



Fonte: Acervo próprio, 2020.

A profundidade do poço foi concedida pela empresa responsável, bem como o diâmetro dos condutos, a altura do poço e o seu diâmetro, já o comprimento de saída do poço até a estação do reservatório e a quantidade de curvas foram medidos no local da estação. Através das informações apuradas, foi desenvolvida a tabela a seguir, contendo todos os dados que foram referenciados acima, informando, também, suas respectivas perdas de carga e seu

somatório total equivalente. Com a totalidade desses dados, obtém-se o comprimento virtual que, posteriormente, foi utilizado para a determinação da perda de carga do poço.

Tabela 1: Dimensionamento virtual do poço PTP-40.

Peça	Diâmetro (mm)	Número de peças	Perda de carga	Total (m)
Curva 90°	100	3	2,7	8,1
Curva 45°	100	2	1,7	3,4
Registro da gaveta	100	1	0,7	0,7
Tê 90° passagem direta	100	1	0,7	0,7
Válvula de retenção	100	1	8,4	8,4
Saída da canalização	100	1	3,2	3,2
Profundidade de instalação da bomba				150
Comprimento da tubulação				50
Comprimento virtual				224,5

Fonte: Acervo próprio, 2020.

Mediante as informações apuradas, foram desenvolvidos cálculos para se obter o comprimento virtual, que mais tarde foi utilizado para a determinação da perda de carga do poço. Prosseguindo com o projeto, foi adotado o coeficiente de rugosidade das tubulações e o seu estado de desgaste, afim de que os dados sejam o mais próximo possível do local estudado.

Tabela 2: Parâmetros de rugosidade.

Tubos	Novo	± 10 anos	± 20 anos
Aço corrugado	60		
Aço galvanizado	125	100	
Aço rebitado	110	90	80
Aço soldado comum (revestimento betuminoso)	125	100	90
Aço soldado com revestimento epóxi	140	130	115
Chumbo	130	120	120
Cimento-amianto	140	130	120

Fonte: Azevedo Netto, 2000.

O material do poço observado é de aço galvanizado. A barra possui um tempo de uso menor que 10 anos, considerando, assim, o coeficiente de rugosidade (C) de 125. Com o diâmetro da tubulação, o comprimento virtual, o coeficiente de rugosidade e a vazão final que foi cedida pela empresa responsável Águas de Sinop, foi calculada a perda de carga total do poço (hf) que abastece a ETA e os resultados obtidos estão presentes na tabela 3.

Tabela 3: Perda de carga total.

Poço	D (mm)	L (m)	Q (m ³ /s)	C	hf (m)
PTP-40	100	219,2	0,01805	125	13,7

Fonte: Acervo próprio, 2020.

Através dos dados coletados, foi possível calcular a altura manométrica (Hman), que depois foi utilizada para avaliação da potência da bomba. A tabela 4, contém o resultado obtido:

Tabela 4: Valor Hman.

Poço	hf	Profundidade da bomba de sucção (m)	Altura do reservatório (m)	Hman (m)
PTP-40	13,7	90	5,5	109,2

Fonte: Acervo próprio, 2020.

Com a descoberta da altura manométrica do poço estudado, foi possível, através de análise da tabela fornecida pelo fabricante da bomba no anexo I, através do método de interpolação linear, achar a vazão total necessária para a altura manométrica calculada. Utilizando, ainda, o ábaco fornecido pelo fabricante no anexo I, tornou-se possível cotar o valor da eficiência a ser empregado no dimensionamento.

Adiante, foi calculada a potência necessária para que a bomba consiga suprir o abastecimento de água do reservatório. A equação responsável por determinar este valor é a equação 3. A bomba responsável pelo transporte para o reservatório da estação de tratamento de água da unidade São Francisco corresponde com 65m³/h, seu coeficiente de eficiência é de 0,68 e sua potência é de 50cv.

Tabela 5: Potência calculada.

Q (m ³ /s)	Hman (m)	η	Potência (cv)
0,01805	108,89	0,68	38,64

Fonte: Acervo próprio, 2020.

Com base nos cálculos efetuados, é possível realizar uma análise na qual é comparada a potência real da bomba que é dada pelo fabricante com a potência que foi obtida através dos cálculos, utilizando os métodos acima. A tabela 6 demonstra tal análise:

Tabela 6: Comparação.

Bomba	Em uso	Calculada	Comercial
PTP-40	50cv	38,64cv	50cv

Fonte: Acervo próprio, 2020.

5. CONCLUSÃO

Analisando o dimensionamento da potência calculada, nota-se que a bomba tem potência de sobra para uma futura ampliação da demanda do local, sem que a estação sofra muitas alterações, visto que a região da ETA São Francisco é um local que está em constante desenvolvimento nos últimos anos, devido aos projetos do município de Sinop, MT.

Pode ser entendido que a bomba instalada na unidade São Francisco, com o objetivo de captar água do lençol freático e transportar até seu reservatório, está sim com a potência necessária para realizar tal tarefa, com 22,9% de potência extra visto que quando dimensionada levou-se em consideração o fato do local ser afastado do centro da cidade e que não seria financeiramente viável a instalação de outra estação de tratamento de água bruta perto da região estudada.

Como as bombas seguem um padrão comercial de cavalos (cv), é devidamente possível concluir que a bomba EBARA BHS 516/9 com 50cv de potência é ideal para realizar tal tarefa tendo em vista que a sobra de potência foi pensada para uma futura ampliação para bairros próximos que possam surgir nas imediações, já que com a bomba de 40cv seria improvável uma ampliação da demanda local, devido à potência extra ser consideravelmente baixa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHOUR, B.;L. AMARA. Theoretical Considerations On Flow Regime Dependency Of The Hazen-Williams Coefficient. *LARHYSS Journal* P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782 42 (2020): 53-62.
- AZEVEDO NETTO, J. M. de; **Manual de hidráulica**. 8 ed. 1 reimpressão. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, pág 669, 2000.
- BONINI, A. C. C, et al. Sistema de Captação de Água em Implantação no Município de Ceres-Goiás para Substituição do Atual Sistema. (2018).
- BRASIL, A. N.; **Bombas – classificação e descrição – Instalação de bombeamento típica**. Máquinas termo hidráulicas de fluxo, 2010. Acesso em: 12 de jul. 2020.
- BRASIL. Governo do Estado do Mato Grosso. **História de Sinop**. Disponível em: <<https://www.sinop.mt.gov.br/A-Cidade/Historia/>>. Acesso em: 20 de mar. 2020.
- BRUSTOLIN, A. K. B. **Itinerário do uso e variação de nós e a gente em textos escritos e orais de alunos do ensino fundamental da rede pública de Florianópolis**. (2012).
- CAMPOS, M. C. Apostila de Maquinas Hidráulicas, 2007.
- CAVALCANTE, T. X. **Análise hidráulica da rede de abastecimento de água de um município de médio porte, Crateús-CE**. (2019).
- COELHO, W. R. **Análise do fenômeno de cavitação em bomba centrífuga**. 2006.
- CORDEIRO, J. S. **Processamento de lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs)**. Andreoli, CV, Coord., Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e disposição final, Projeto PROSAB, v. 2, p. 121-142, 2001.
- CUNHA, M. M. **O trabalho dos professores e a universidade do estado de Mato Grosso em Sinop/MT na década de 1990: o sentido do coletivo**. 213f. Tese (doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.
- DE LIMA, F. M.; SILVEIRA, C. E. Análise técnica e econômica da aplicação de micro usinas hidrelétricas em redes de abastecimento de água. *Engenharia Elétrica-Pedra Branca* (2020).
- DÍEZ, P. F. Bombas centrífugas y volumétricas. **Bombas Centrífugas Y Volumétricas**, p. 100, 2007.
- FALCHETTI, S. A. **Percepções Sociais do Desenvolvimento e Impacto Ambiental – Sinop/MT 1979-2009**. Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais. Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós-Graduação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2010.

GONZAGA, L. A. **Análise de sistemas de bombeamento: dimensionamento do sistema de recalque de água bruta para a estação de tratamento de água do município de Brazlândia-DF.** (2019).

GOOGLE MAPS. Sinop. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/R.+das+Gardenias+-+Res.+Sao+Francisco,+Sinop+-+MT/@-11.88904,-55.4792671,383m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x9309d59d721d415d:0x609cbd8db2970430!8m2!3d-11.8890426!4d-55.4781728>. <Acesso em: 14 de abril de 2020>

MENDONÇA, L. C; MENDONÇA, S. R. **Sistemas sustentáveis de esgotos: orientações técnicas para projeto e dimensionamento de redes coletoras, emissários, canais, estações elevatórias, tratamento e reúso na agricultura.** Editora Blucher, 2018.

MONTEAGUDO YANES, J. P.; REINIER, J. B.. **Análisis de falla operacional de un sistema hidroneumático en instalación hospitalaria.** (2018).

MONTEIRO. J. L.; MELOTAMANINI, CADE; RAMIRES, F. **Determinação de parâmetros acústicos para construção de estações elevatórias de água.** In: VI Congresso Iberoamericano de Acústica (FIA), Buenos Aires. 2008.

PORTAL SANEAMENTO. **Tratamento de Água.** Disponível em: <<https://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>>. Acesso em: 1 abr. 2020.

RODRIGUES, L. P.; HOLANDA, J. N. F. Influência da incorporação de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento. **Cerâmica**, v. 59, n. 352, p. 551-556, 2013.

SANTOS, F. T. Limpeza de tubulações por metodologia polly pigs para recuperação do fator C de hazen-williams. **Brazilian Journal of Development** 6.7 (2020): 49322-49344.

STEFFENS, D. R. **Eficiência energética em estações elevatórias: Diagnóstico hidroenergético de uma instalação fornecedora de água bruta para posterior tratamento e distribuição de água tratada para dois municípios.** (2019).

ANEXOS

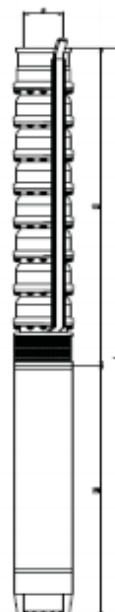
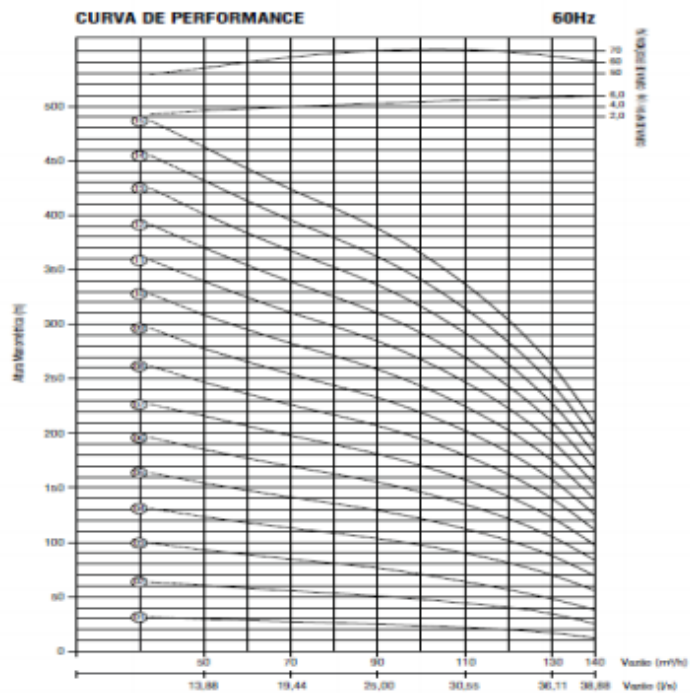
ANEXO I – ÁBACO DO FABRICANTE



MOTOBOMBAS SUBMERSAS
PARA POÇOS DE MÍN. 8" e 10"

MODELO

BHS 813



Fonte: Catálogo de bombas EBARA- 2016