

XI-027 - COMPARATIVO DE MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE RENDIMENTO DE BOMBAS TERMODINÂMICO E CONVENCIONAL – CASE CRAT INTERLAGOS

Alexandre Balbino Machado

Analista de Sistema pela Universidade Estácio de Sá, Técnico Eletrotécnico pela Escola técnica São Francisco de Bórgia, Pós-Graduado em Gerenciamento Empresarial pela Uniban.

Agostinho de Jesus Gonçalves Geraldes

Engenheiro Civil pela universidade Anhembí Morumbi, Tecnologia em Obras Hidráulicas pela FATEC e Pós-Graduado em Engenharia de Saneamento pela Faculdade de Saúde Pública da USP.

Marco Antônio de Oliveira

Tecnólogo em Civil pelo Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa IPEP.

André Vizioli Gomes

Engenheiro Ambiental pelo Faculdade Oswaldo Cruz, Pós-Graduação Processos Químicos pela Faculdade Oswaldo Cruz.

RESUMO

A Unidade de Negócios Metropolitana Sul (MS) trabalha incessantemente na busca de tecnologias e ações visando otimizar a operação dos sistemas de bombeamento de água e esgoto, os maiores consumidores de energia da Sabesp, contribuindo assim para a redução do consumo de forma sustentável e inteligente com o uso racional de energia.

O local para execução das atividades foi na “Estação Elevatória com Centro de Reserva de Água Tratada (CRAT) Interlagos”, sistema responsável pelo abastecimento de mais de 800 mil pessoas na região Sul da cidade de São Paulo.

Para tomada de decisão baseada em uma orientação real foram realizadas medições de rendimento dos conjuntos motor bomba pelo método de medição termodinâmica. O desafio demandado na medição convencional de rendimento exige uma equipe multidisciplinar com locação de profissionais de distintas áreas parada de operação e a calibração dos medidores de vazão, tais dificuldades fizeram que a Sabesp MS busca – se novas alternativas.

Assim para realização deste trabalho utilizou – se inicialmente um comparativo das metodologias convencional e metodologia termodinâmica, para comprovação dos efeitos da reforma do conjunto utilizou-se a metodologia termodinâmica por ser menos onerosa e com um menor tempo de execução, além da precisão dos resultados e a facilidade de execução da metodologia em campo. Todas as características foram determinantes para decisão em trabalhar com o método.

Foram realizadas duas campanhas de medição a primeira com o objetivo de verificar a possibilidade de otimização da regra operacional e remodelação dos conjuntos. No segundo momento a medição do rendimento consistiu na verificação dos resultados.

Em relação aos ganhos observou – se em primeiro lugar aqueles sem investimentos, somente com mudanças da cultura da regra operacional dos conjuntos atualmente instalados. Esta ação reduziu 2,5% o indicador de consumo específico de energia elétrica (kWh/m³).

Ainda o resultado desta primeira medição contribuiu para tomada de decisão em relação a reforma dos conjuntos, priorizando aqueles com menor rendimento e maior retorno no investimento.

Após reforma da bomba do G06 foi realizado a segunda etapa de medição para verificação que confirmou os resultados identificados. São eles o incremento de rendimento médio na ordem de 52% comparando a média antes da remodelação do conjunto isso refletiu no indicador de consumo específico kWh/m³ 13,3% menor, com essa ação conseguimos reduzir o impacto do reajuste tarifário da concessionária ENEL (antiga Eletropaulo) de uma média de 17,67% para apenas 4,5%, para esta instalação.

Os resultados obtidos permitem concluir que a tomada de decisão baseada em uma orientação real garantiu a melhor alternativa para redução no consumo de energia e consequentemente aumentou a confiabilidade dos equipamentos em operação na estação de bombeamento.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, metodologia TERMODINÂMICA, curva de rendimento.

1. INTRODUÇÃO

A SABESP é uma empresa de economia a mista e capital aberto que tem como principal acionista o Governo do Estado de São Paulo. A empresa atua como concessionária de serviços sanitários municipais. Seu objetivo é atender às necessidades de saneamento ambiental: planejar, executar e operar sistemas de água potável, esgotos e efluentes industriais, melhorando a qualidade de vida da população e preservando o meio ambiente, além de buscar rentabilidade aos seus acionistas.

A MS, Unidade de negócio Sul, atua em mais de 350 instalações, dentre elas: 148 Elevatórias de Esgoto, 108 Boosters, 15 poços, 14 Centros de Reservação, 17 Elevatórias de Água, 4 Estações de Tratamento e outras, somando um consumo médio mensal de 5,58 GWh (Giga Watt Hora) à um custo médio de 2,65 milhões mês, por ano em torno de 32 milhões ano.

Sendo a segunda maior despesa da UN, estamos sempre em busca constante por uma melhor eficiência energética de nossas instalações operacionais, neste contexto a medição da curva de rendimento dos conjuntos moto-bomba é primordial para uma tomada de decisão buscando a redução no custo operacional de nossas estações de bombeamento.

A EEAT (Estação Elevatória de Água Tratada) Interlagos - Grajaú é uma edificação convencional de recalque, que abriga 4 conjuntos motobombas que transferem a água do CRAT Interlagos, localizado em frente ao Autódromo de Interlagos para o CRAT Grajaú. Operacionalmente nesta estação estão disponíveis os conjuntos motobombas nº 06, 07 e 08. O conjunto motobomba nº 09 (de menor potência) está inoperante e, por isso, seu desempenho não foi avaliado no estudo.

As bombas apresentam pontos de operação de projeto de 1380 m³/h e altura manométrica 92 mca, a potência dos conjuntos 700 cv (514,7 kW). A fabricação da bomba foi realizada pela KSB do Brasil no ano de 1989 seu modelo é o RDLG 400-850 e motor de fabricação ENGESA, modelo QXA 450 E/6 com rendimento de fabricação de 94,66% e rotação de 1190 rpm.

Segundo estudos a compra de um conjunto motor bomba equivale somente 4% do seu valor em todo o seu ciclo de vida (estimado em 15 anos) os outros 6% podem ser divididos em operação e manutenção e todo o restante equivalente a 90 % dos custos são com energia.

Na unidade da SABESP MS os principais consumidores de energia são os conjuntos motor bomba. Nos últimos anos foram tomadas várias decisões em busca da redução de energia como entrada no mercado livre de energia, individualização da medição dos principais consumidores e a cada dia incrementa-se a instrumentação das estações buscando a otimização do sistema e redução dos custos operacionais.

Ainda é preciso avançar para o monitoramento do rendimento dos conjuntos individualmente, pois permitirá uma quebra de paradigma na identificação no momento ideal de uma intervenção de remodelação de um conjunto, bem como identificar os melhores pontos de operação de uma estação de maneira autônoma trazendo resultados com mais rapidez e confiabilidade.

2. OBJETIVOS

O Objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia utilizada e os resultados obtidos na medição de rendimento dos conjuntos moto-bomba do CRAT INTERLAGOS, zona sul da cidade de São Paulo.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

Formam medidos os conjuntos G6, G7 e G8 na primeira campanha de medição para verificação do potencial de otimização.

Para medição de verificação dos resultados foram selecionados os conjuntos que apresentaram um baixo rendimento e havia sido realizado alguma intervenção. Neste caso os conjuntos selecionados foram o G6 e G7, no entanto o conjunto G7 estava fora de operação e o conjunto G8 apresentou rendimento adequado na primeira campanha.

3.1 Histórico da metodologia TERMODINÂMICA;

O método termodinâmico foi desenvolvido concomitantemente na década de 1960 na *Universidade de Glasgow* e na *Universidade de Strathclyde* na Escócia, e no *Laboratório Nacional de Engenharia na França* (Electricité de France) e *Austin Whillier* (Câmara de Minas, Joanesburgo, África do Sul). *Whillier* publicou um artigo intitulado "Determinação da eficiência da bomba a partir de medições de temperatura" na edição de outubro de 1967 do *The South African Mechanical Engineer* descrevendo o método.

O método é baseado na avaliação de energia por unidade de massa líquida, transferido pelo eixo da bomba e recebido pelo líquido, essa avaliação é possível por meio da medição do diferencial de altura manométrica e temperatura fluido através da bomba utilizando propriedades termodinâmica do fluido (IGHEM 1996).

Desde aquela época, o método termodinâmico foi rigorosamente verificado em muitos casos por diferentes empresas, incluindo:

- Centro de Pesquisa da Água (UK)
- Laboratórios Nacionais de Engenharia (UK)
- Central de Geração de Eletricidade (UK)
- Universidade de Exeter (Reino Unido)
- Universidade de Damstadt (Alemanha)
- ATAP [7] - Yatesmeter (Canadá)
- Hydratek & Associates Inc. (Canadá)
- Flowserve
- Sulzer
- Açude
- Ebara
- KSB
- SPP
- Riventa

O método de teste de bomba termodinâmica está agora incluído nos padrões de teste de bombas, como o BS ISO 5198: Centrífuga, fluxo misto e bombas axiais - Código para testes de desempenho hidráulico - Classe Precision.

3.2 Método e Equipamento

A ineficiência das bombas é transmitida através do meio de temperatura. Assim, quase toda a energia perdida devido à ineficiência de uma bomba causa um aumento na temperatura do fluido que está sendo bombeado. O método termodinâmico aproveita esse fato e mede com precisão a diferença de temperatura em uma bomba para calcular a eficiência da bomba. Medições de pressão são usadas para calcular a altura manométrica da bomba, e um medidor de energia é usado para medir a potência de entrada para a bomba. Usando as medições de temperatura, potência e pressão, o fluxo pode ser recalculado usando a equação da bomba.

A medição de temperatura é crítica e, consequentemente, os distribuidores comerciais de equipamentos de teste de bomba termodinâmicos costumam citar uma precisão maior que 0,001 ° C. Essa precisão é necessária, pois o aumento de temperatura em uma bomba pode ser menor que 0,05 ° C.

Tipicamente, as sondas de temperatura são inseridas diretamente no fluxo, e as medições de altura manométrica são tiradas das torneiras nas seções de sucção e recalque. Então, a pressão na bomba é variada pela válvula de recalque, utilizando diferentes combinações de abertura de válvulas e associações em paralelo. Isso permite que o desempenho da bomba seja testado em toda a sua faixa de operação, pois sua altura e o fluxo são variados.

3.3 Método Termodinâmico x Método Convencional

O método de teste de bomba convencional é um método que se baseia em medições de vazão, pressão e potência elétrica, para obter as curvas de desempenho das bombas, conforme fig. 1.

Conventional (pressure – volume) method	BS EN ISO 9906:2012	$P_e \cdot \eta_p \cdot \eta_m = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$
	IEC 60041	<u>Eficiência da bomba, η_p = Calculado</u>
	ISO 5199	<u>Outros valores medidos</u>

fig. 1

Assim, o método termodinâmico difere do método de teste de bomba convencional em grande parte no que é medido e como esses valores são calculados.

Thermodynamic (enthalpy – entropy) method	BS EN ISO 9906:2012	$P_e \cdot \eta_p \cdot \eta_m = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$
	IEC 60041	<u>Vazão, Q = Calculada</u>
	ISO 5198/9 Pump Centre 69527	<u>Outros valores medidos</u>

fig. 2

A principal diferença entre os dois métodos é que o método convencional calcula a eficiência através da medição direta das outras variáveis, enquanto o método termodinâmico mede diretamente o rendimento e com isso é possível calcular a vazão conforme o quadro acima fig. 2.

Outra grande diferença é quando falamos da medição de vazão na comparação dos métodos, enquanto no método convencional a medição de vazão fica imprecisa por bomba quando executamos as associações de conjuntos, pois não existe uma medição de vazão individualizada de cada conjunto, o método termodinâmico consegue determinar com a mesma precisão da medição do grupo individualizado a vazão do conjunto que está sendo medido na associação, trazendo uma informação ainda mais precisa e detalhada do ensaio.

Devido a imprecisão da medição individualizada de cada grupo na associação, a precisão da eficiência calculada no método convencional pode ficar comprometida em relação a mesma medição de quando o grupo está trabalhando isoladamente. Da mesma forma, no método termodinâmico, a precisão da vazão calculada depende da precisão das medições da altura manométrica, rendimento da bomba e potência consumida, como esta medição independe da associação, continuamos com medições precisas.

3.4 Requisitos do teste

Outra diferença importante entre os dois métodos são os requisitos de configuração do teste.

O método convencional necessita de requisitos de tubulação mais rigorosos, geralmente exigindo mais de 5 diâmetros de tubo reto a montante do medidor de vazão, a fim de fornecer a precisão da vazão medida.

O método termodinâmico, no entanto, normalmente requer apenas 1-2 diâmetros de tubo reto a montante do equipamento, a fim de alcançar precisões citadas. Consequentemente, o método termodinâmico é frequentemente capaz de realizar testes de campo que não podem ser realizados por um teste convencional.

O Gráfico abaixo apresenta as incertezas e limitantes para metodologia isso é demonstrado pelas curvas com os distintos rendimentos que consequentemente dependem de diferentes alturas manométricas para se obter erros menores que 1% na medição do rendimento.

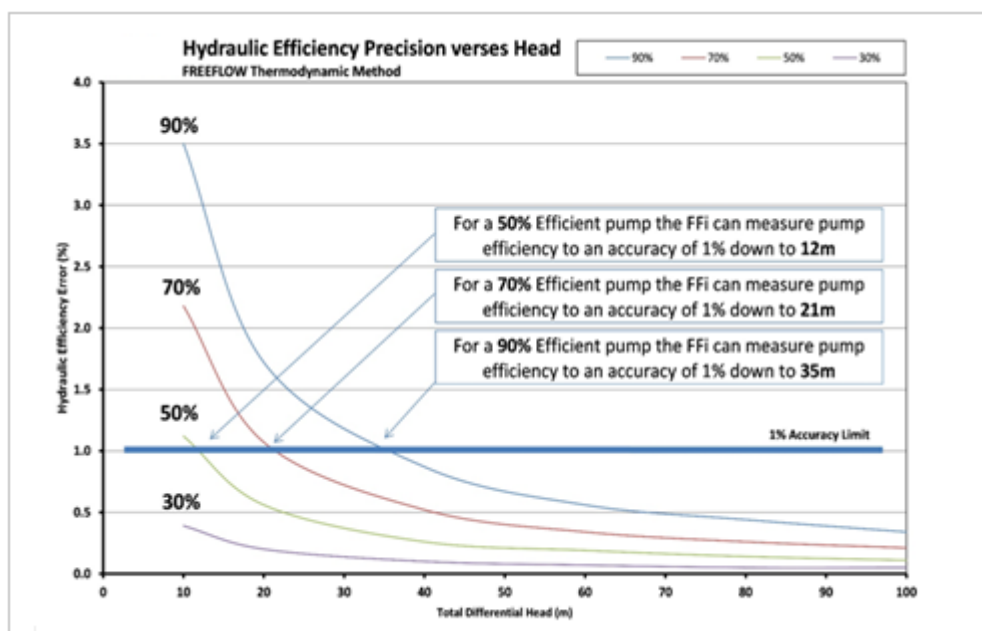


fig.3

3.5 Método de instalação

Para instalação dos equipamentos são normalmente utilizados TAP's existentes na tubulação, que na grande maioria das vezes já atendem os requisitos de 1-2 diâmetros, a única observação a se fazer é que na saída do TAP necessita de uma válvula gaveta e de uma passagem de no mínimo 1/2", para a passagem da sonda de medição.

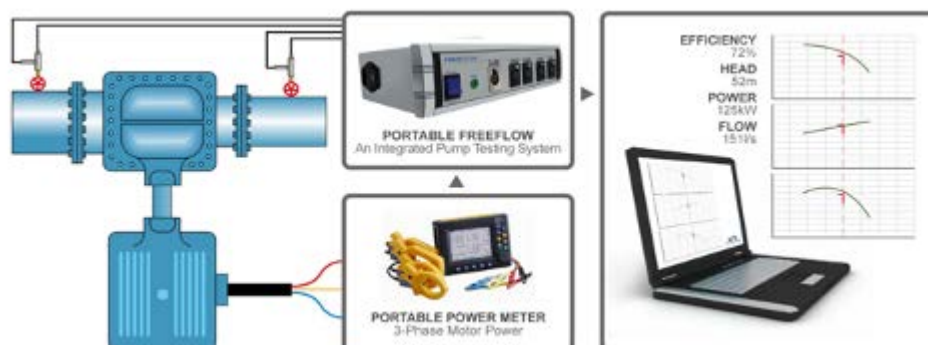


fig. 4

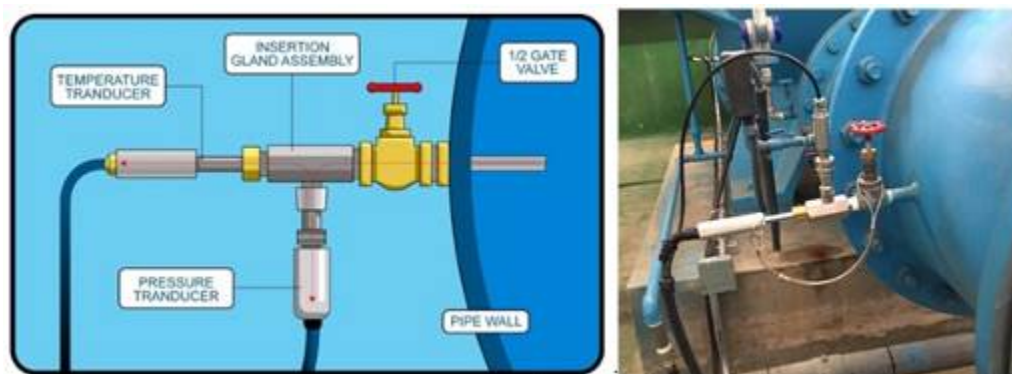
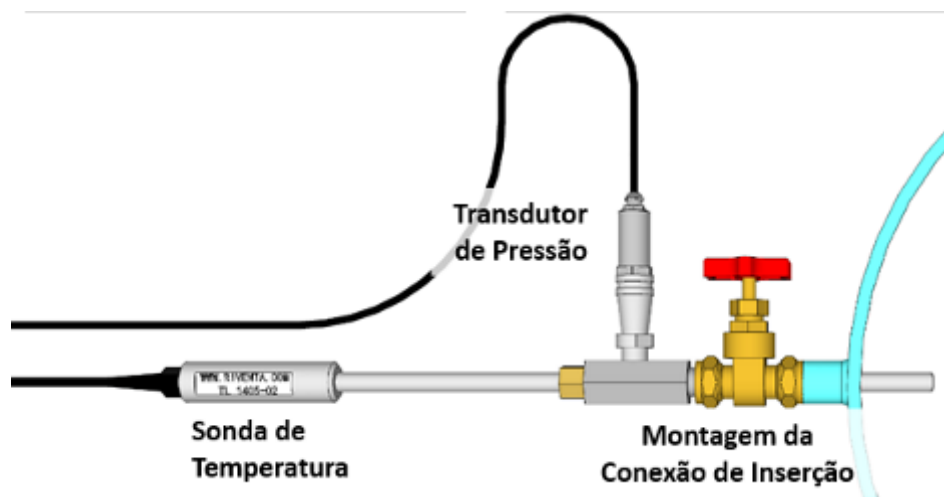


Fig.5



3.6 Medições Hidráulicas

Parâmetros Relatados

O método de teste utilizado foi feito de acordo com o descrito na norma ISO 5198. Os principais resultados desejados pela medição ou por cálculo são:

- Altura Manométrica Total: (m)
- Potência de Entrada da Bomba: (kW)
- Eficiência Hidráulica: (%)
- Vazão Volumétrica: (m³/h)

Os métodos empregados para a determinação de cada parâmetro são detalhados a seguir. Todos os transdutores utilizados foram calibrados de acordo com os padrões descritos na norma ISO 17025.

Altura Manométrica Total

A pressão estática foi medida por transdutores de pressão digitais conectados conforme mostrado acima na Figura 8. As distâncias físicas verticais dos transdutores de pressão de sucção e recalque foram medidas tomando como base um ponto de referência comum (por exemplo, o nível de superfície da casa de bombas). Os diâmetros internos das tubulações de sucção e recalque, d_1 e d_2 , nos pontos de medição e pressão, foram registrados e utilizados para calcular a altura manométrica a partir da medição da Q .

A altura manométrica é calculada de acordo com o método descrito na norma ISO 5198, onde seu resumo é dado pela Equação 1 abaixo:

$$\Delta H = [z_2 - z_1] + \left[\frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} \right] + \left[\frac{U_2^2 - U_1^2}{2 \cdot g} \right]$$

Equação 1

Eficiência Hidráulica

A eficiência hidráulica será calculada como a razão entre a saída específica da bomba e a potência de entrada da bomba, conforme método descrito na ISO 5198. A potência específica de entrada da bomba é considerada igual à saída mais as perdas associadas ao processo de bombeamento. Sendo assim, assumindo que todas as perdas sejam expressas por um aumento de temperatura na bomba, a eficiência hidráulica (ou eficiência da bomba) é apresentada na Equação 2 abaixo:

$$\eta_p = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H + Losses} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H + \rho \cdot Q \cdot C_p \cdot dT} = \frac{g \cdot H}{g \cdot H + C_p \cdot dT}$$

Equação 2

Potência de Entrada da Bomba

A potência do eixo (P_s) ou potência de entrada da bomba é calculada utilizando a potência elétrica de entrada do motor (medida por um analisador de potência trifásico conectado ao FREEFLOW DAU) e estimando um valor para a eficiência do motor de acordo com a folha de dados OEM, e aplicando a Equação 3 abaixo:

$$P_s = P_e \cdot \eta_m$$

Equação 3

Vazão Volumétrica

A vazão volumétrica é medida usando os parâmetros associados a altura manométrica, potência de entrada da bomba e eficiência hidráulica, sendo assim:

$$Q = \frac{P_s \cdot \eta_p}{\rho \cdot g \cdot \Delta H}$$

Equação 4

A medição de vazão, portanto, independe de instrumentos de medição de vazão e de suas possíveis limitações (por exemplo, 10m de comprimento de tubulação para montante e jusante), além de uma melhor precisão, visto que medidores de vazão convencionais tendem a um erro de medição não menor que 3%.

Procedimento de Teste

O equipamento de teste foi configurado individualmente para cada bomba, e a operação da mesma foi alterada para permitir que sua análise fosse feita com as condições necessárias e tempo suficiente para adquirir todas as informações relevantes, de modo que fosse possível desenvolver suas curvas de desempenho.

Para as bombas onde existiam variadores de velocidade (inversores), foram feitas tentativas de operar em diferentes velocidades para obter situações operacionais variadas. Em todas as outras situações, a válvula instalada na tubulação de recalque foi usada para variar a vazão e pressão, assim, analisar as características de desempenho do conjunto medido.

3.7 Medição CRAT Interlagos

O CRAT (Centro de Reservação de Água Tratada) Interlagos, localizado na zona sul da cidade de São Paulo, em frente ao autódromo de Interlagos, é composto por 5 reservatórios e duas estações elevatórias, sendo uma delas para transferência de água para os CRAT Grajaú (alvo da medição) e a outra para abastecimento de Zona Alta.

A EEAT (Estação Elevatória de Água Tratada) Interlagos - Grajaú é uma edificação convencional de recalque, que abriga 4 conjuntos motobombas. Operacionalmente estão disponíveis os conjuntos motobombas nº 06, 07 e 08. O conjunto motobomba nº 09 está inoperante e, por isso, seu desempenho não foi avaliado no estudo.

As bombas existentes na estação são centrífugas, de eixo horizontal, de dupla sucção e carcaça bipartida radialmente. A sucção da estação elevatória é feita por um barrilete interligado a todas as câmaras do reservatório; com exceção da câmara 01. A principal finalidade da estação elevatória Interlagos - Grajaú é recalcar água para o reservatório Grajaú.



fig. 5

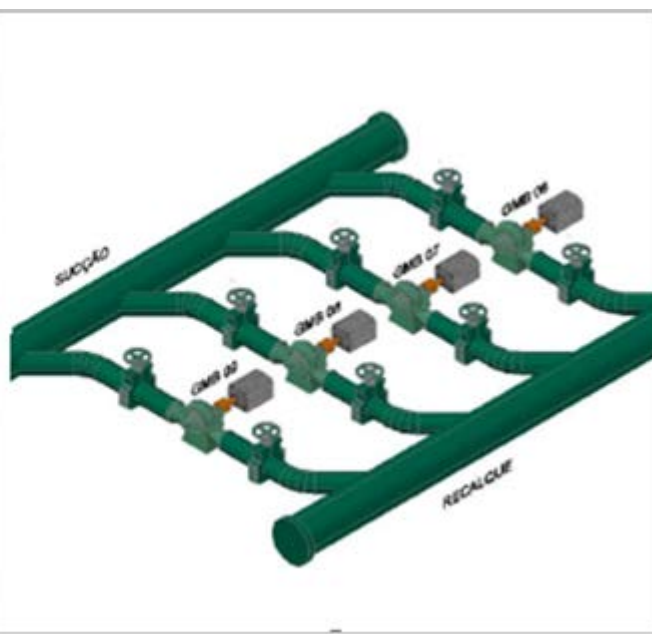


fig.6

3.7.1 Dados dos grupos:

A) Grupo 06

BOMBA	
Fabricante:	KSB
Modelo:	RDLG 400-850
Vazão:	1380 m ³ /h
Altura manométrica:	92 mca
Diâmetro do rotor:	---
Rotação:	1190
N.º de série / BP:	OP 865994 - BP 1668396
MOTOR	
Fabricante/ Modelo:	---
Potência:	700 CV - 514.7 KW
Tensão:	3800 V
Corrente nominal / Rotação:	94,4 A
Fator de Serviço:	1,0
Ordem de Fabricação:	65998 - BP 1668401

fig.7

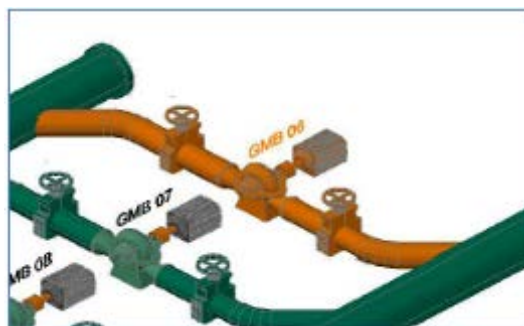


fig.8

Grupo 07

BOMBA	
Fabricante:	KSB
Modelo:	RDLG 400-850
Vazão:	1380 m ³ /h
Altura manométrica:	92 mca
Diâmetro do rotor:	---
Rotação:	1190
N.º de série / BP:	OP 865995 - BP 1668402
MOTOR	
Fabricante/ Modelo:	---
Potência:	700 CV - 514.7 KW
Tensão:	3800 V
Corrente nominal / Rotação:	94,4 A
Fator de Serviço:	1,0
Ordem de Fabricação:	65997 - BP 1668403

fig.9

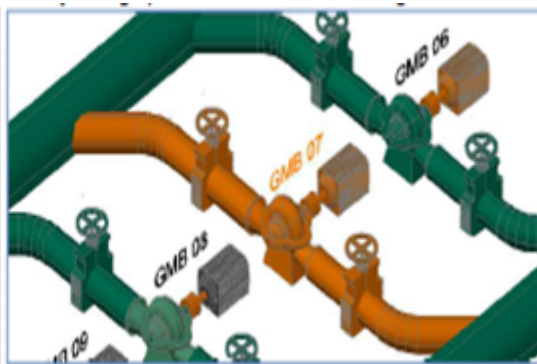


fig.10

B) Grupo 08

BOMBA	
Fabricante:	KSB
Modelo:	RDLG 400-850
Vazão:	1380 m ³ /h
Altura manométrica:	92 mca
Diâmetro do rotor:	---
Rotação:	1190
n.º de série / BP:	OP 865993 - BP 1668404
MOTOR	
Fabricante / Modelo:	---
Potência:	700 CV - 514.7 KW
Tensão:	3800 V
Corrente nominal / Rotação:	94,4 A
Fator de Serviço:	1,0
Ordem de Fabricação / BP:	65999 - BP 1668405

fig.11

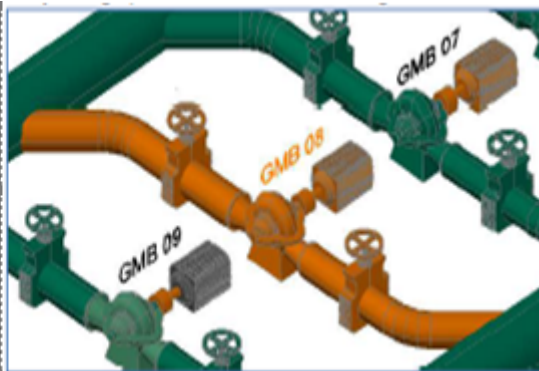


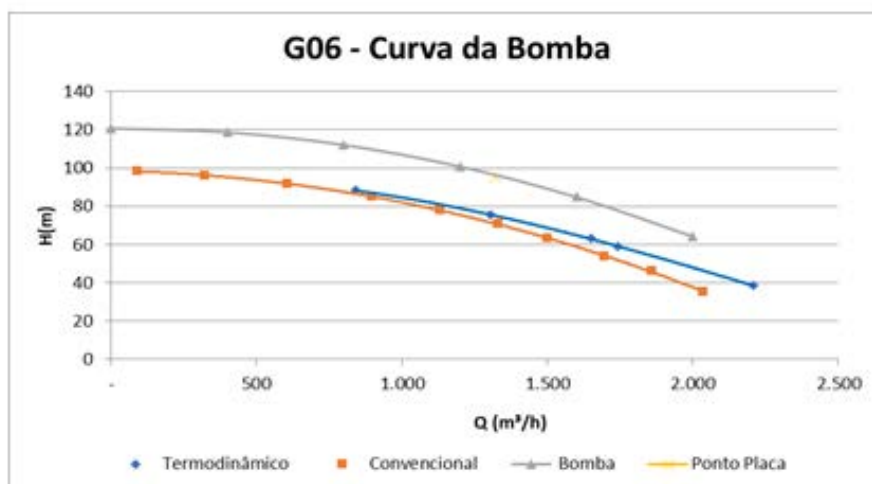
fig.12

4. RESULTADOS OBTIDOS

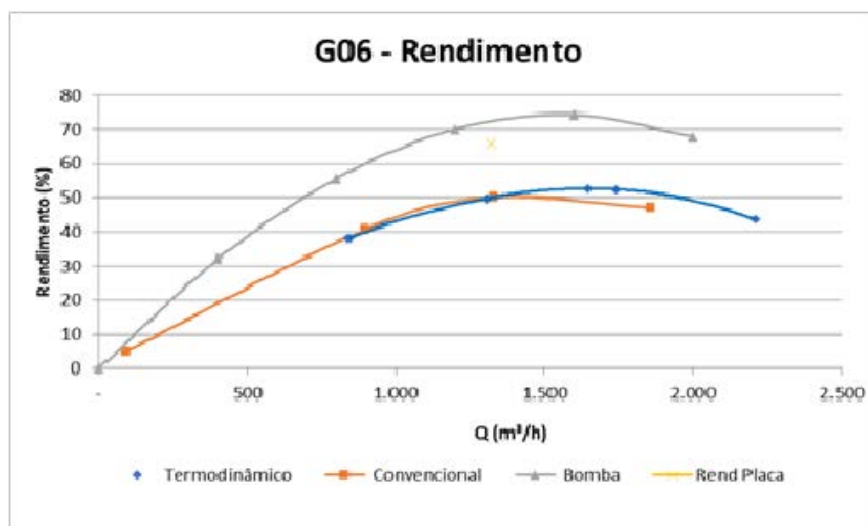
Para avaliarmos a qualidade do resultado da medição, realizamos duas medições, sendo a do método termodinâmico com empresa terceirizada e do método convencional com a equipe de pitometria própria da Sabesp, após as medições avaliarmos os dois resultados foram realizados comparativos entre as metodologias.

4.1 Grupo 06

A) Altura manométrica x Vazão



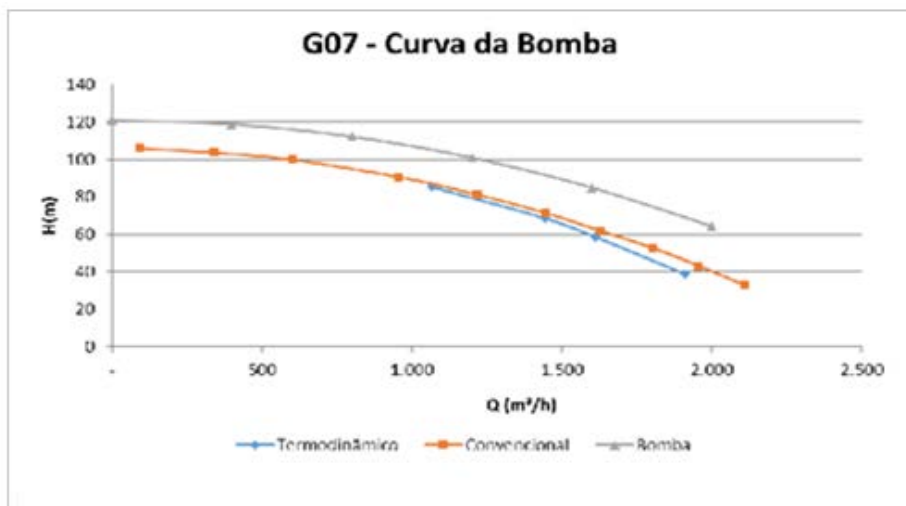
B) Rendimento



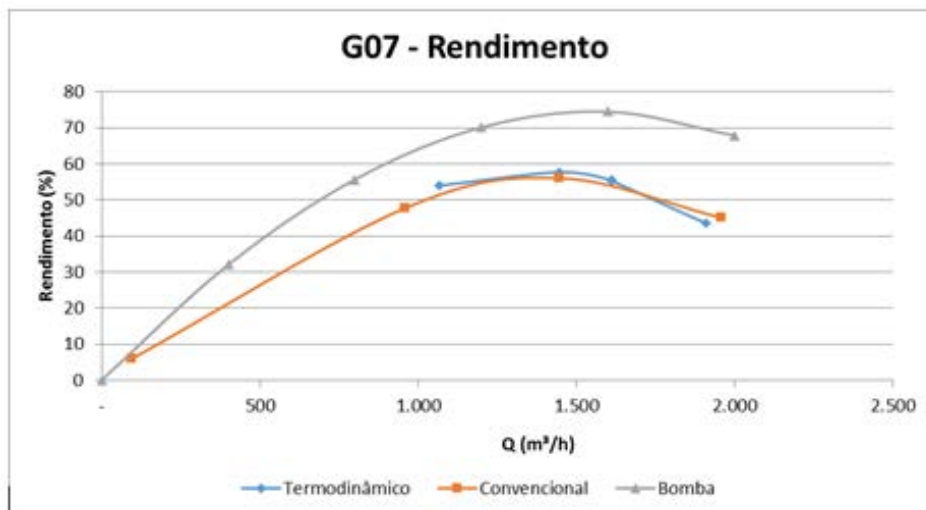
Rendimento no melhor ponto de operação antes da reforma 53%

4.2 Grupo 07

A) Altura manométrica x Vazão



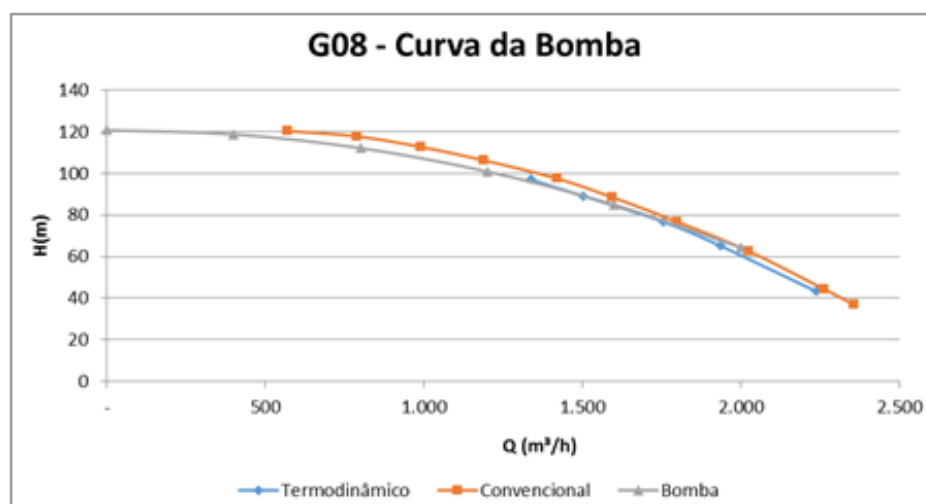
B) Rendimento



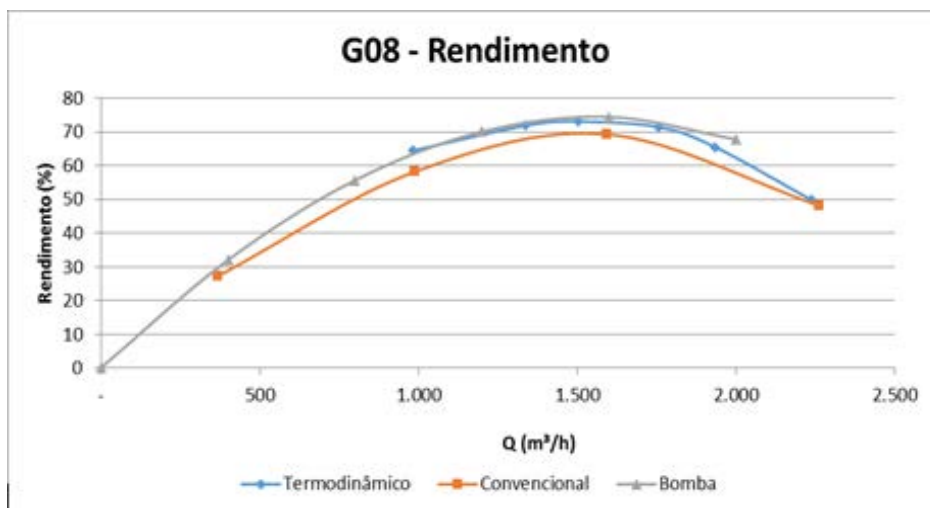
Rendimento no melhor ponto de operação 58%

4.3 Grupo 08

A) Altura manométrica x Vazão



B) Rendimento



Rendimento no melhor de operação 73%

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme demonstrados nos gráficos anteriores, podemos observar que ambos os métodos estão parecidos e próximos em seus resultados, as variações dos valores são em consequência da precisão das medições efetuadas, conforme certificado de calibração o erro da medição de vazão no método convencional pode chegar a 2,3%, enquanto no método termodinâmico temos um erro menor do que 1%.

Para as medições nos métodos convencionais, além da instalação de medidor de energia são instalados os equipamentos que fazem a medição de vazão, as leituras de pressão são manuais anotadas em uma planilha e nem sempre são sincronizadas no mesmo instante, podendo aumentar o erro da medição, além disso é necessária uma equipe grande para instalar e coletar todas as informações necessárias para o estudo.

Já para as medições pelo método termodinâmico, é instalado o medidor de energia, os pontos de medição de pressão e temperatura na sucção e no recalque. O equipamento faz a leitura de todos os parâmetros simultaneamente, diminuindo consideravelmente os erros de medição por informações não sincronizadas.

5.1) Tabela comparativa de Alturas Manométricas

Q (m³/h)	H (mca)		
	G06	G07	G08
800	89	94	117
1000	85	87	110
1200	79	81	103
1400	73	71	94
1600	65	59	85
1800	56	46	74

5.2) Tabela comparativa de Rendimento

Q (m³/h)	$\eta(\text{Pré})$		
	G06	G07	G08
800	37	46	57
1000	44	52	65
1200	48	56	70
1400	51	58	73
1600	43	56	73
1800	52	49	70

A pior bomba está sendo usada a maioria do tempo e a melhor bomba sendo usada menos tempo. A preferência operacional deve ser alterada para favorecer a bomba G8 como a bomba de serviço e ter G6 ou G7 como segundo grupo a operar. Com isso foi alterado a regra operacional da estação operando sempre inicialmente com o G08, entrando na sequência o G07.



Para efeitos de estudo foi feita a reforma do G06 internamente na Manutenção Estratégica da Sabesp - MM, durante a desmontagem descobrimos uma folga na ordem de 14 mm e bastante desgaste no diâmetro externo no anel de carcaça, sendo que a última reforma deste equipamento ocorreu em 2004.

Após a detecção dos baixos rendimentos encontrados na bomba do G06, este equipamento foi enviado para manutenção corretiva na Superintendência de Manutenção Estratégica – MM entre o período de Abril á Agosto/18, após a reforma a bomba foi reinstalada e recolocada em operação em Set/18, e colocada em operação com o G08. A última manutenção desta bomba foi realizada



Após a recuperação da voluta da bomba foi realizado as montagem e ajustes do equipamento.

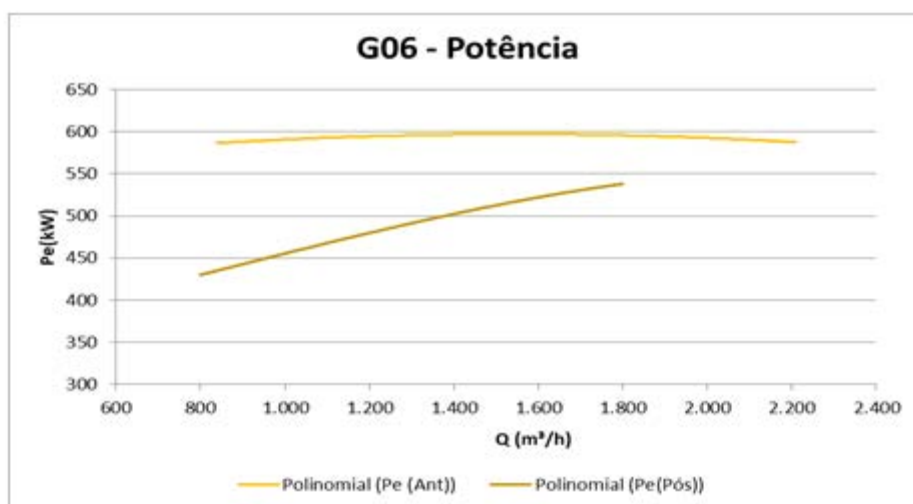


Após a montagem do conjunto foram realizadas novas medições, na tabela a seguir mostramos o comparativo entre as medições antes e depois da manutenção no G06.

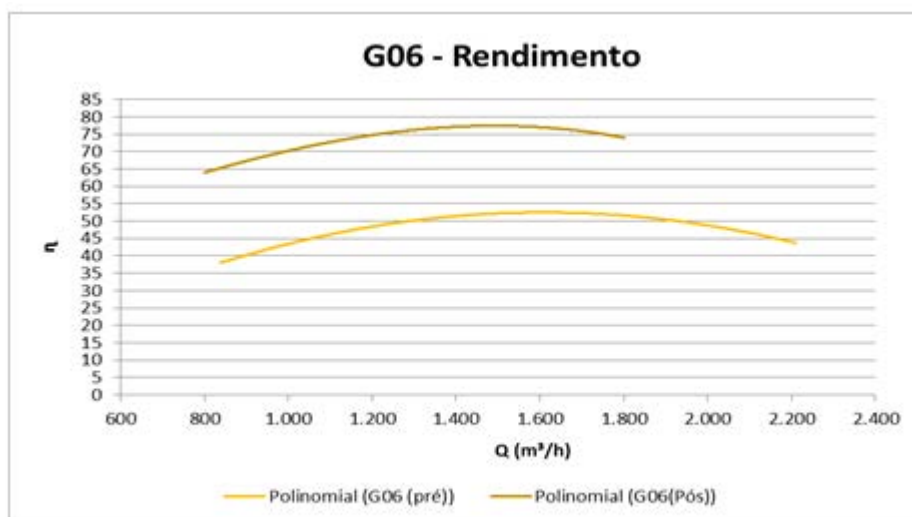
5.3) Tabela comparativa G06

Q (m³/h)	H (Pré)	H (Pós)	Pe(Pré)	Pe(Pós)	η(Pré)	η(Pós)
800	90	112	585	430	36	64
1000	84	106	593	455	44	70
1200	79	100	597	480	48	75
1400	74	94	598	502	51	77
1600	65	84	596	522	53	77
1800	57	74	593	538	52	74

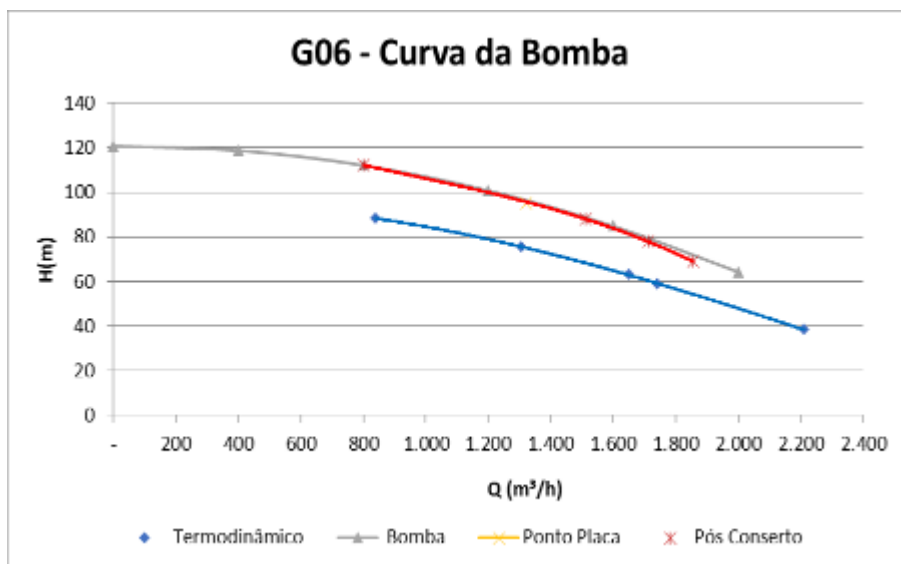
5.4) Gráfico comparativo de Potência



5.5) Gráfico comparativo de Rendimento



5.6) Gráfico comparativo de Altura Manométrica



Analisando as informações e comparando os cenários pré e pós conserto conseguimos identificar que para este conjunto em média houve um aumento de 26,2 pontos no rendimento global, com um aumento médio de 53,9 % em relação ao que estava antes do conserto trazendo o equipamento para as referências do fabricante. Quando falamos em potência consumida, é possível comprovar uma redução média de 17,8% do total da energia consumida pelo conjunto.

Quando olhamos o desempenho do bombeamento dessa estação durante um período maior, podemos constatar um redução de 13,4% na energia consumida para bombeamento, conforme pode ser visto no gráfico a seguir:



Vale considerar que os potenciais de economia podem ser maiores, pois o volume medido corresponde apenas a elevatória de transferência entre o CRAT Interlagos e o CRAT Grajaú, com relação ao consumo de energia, por não haver medição específica por estação de bombeamento, foi considerado os valores gastos no CRAT Interlagos que possui uma elevatória de Zona Alta com 5 conjuntos de 150 cv e uma elevatória de transferência com 3 conjuntos de 700 cv, portanto os valores alcançados de economia podem ser maiores se considerarmos apenas o consumo da elevatória de transferência.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Após as análises das informações gerados pelas medições, consideramos o estudo de caso um sucesso, pois além de conseguirmos um panorama geral de nossa estação, uma perspectiva de economia com investimentos de reforma dos conjuntos, comprovadas após a manutenção do G06, foi possível iniciarmos de imediato após a primeira medição uma redução de energia considerável apenas alterando a metodologia de operação da estação.

Observamos também que qualquer das metodologias da medição de rendimento nos trariam resultados parecidos, nesse quesito podemos comparar a praticidade da medição efetuada pelo método termodinâmico, que além de nos possibilitar uma medição mais precisa, não necessita de grandes estruturas para serem executadas, além da mão de obra utilizada ser muito menor que o método convencional.

Tendo em vista que os custos estimados para conserto de uma bomba deste porte estão na ordem de R\$ 130 mil (dados de orçamento recebidos do fabricante da bomba), e considerando o ganho obtido apenas com o condicionamento de 1 bomba, atingimos a ordem de R\$ 46 mil (média mês), entendemos que o payback de aproximadamente 3 meses paga o valor do conserto.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. THERMODYNAMIC METHOD PUMP EFFICIENCY. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Thermodynamic_pump_testing> . Acesso em: 08/05/2018.
2. Relatório Técnico MAGG – 168/2017 EEAT INTERLAGOS – GRAJAÚ – Elaborado por: Adauto Luiz de Souza da Silva
3. Relatório Técnico MME 2371/17 MAGG- EEAT INTERLAGOS-GRAJAÚ – Elaborado por: Ulisses de Carvalho
4. Pump Centre Report 695/27