

24º. Encontro Técnico AESABESP

ADEQUAÇÃO DA EEA PERDIZES PARA ATENDER A DEMANDA DE ABASTECIMENTO CRESCENTE MELHORANDO SUA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Renato de Sousa Avila⁽¹⁾

Tecnólogo Mecânico em Processos de Produção Formado pela FATEC-SP (1997)
Especialidade Profissional: mecânica dos Fluidos atuando a 15 anos no controle de perdas e modelagem hidráulica na unidade de negócio de Produção de Água da Sabesp.

Wagner Garcia Ginez

Administrador pela Universidade Paulista UNIP (2002), Pós-Graduado em Comércio Exterior e Relações Econômicas Internacional pela Fundação Getúlio Vargas (2003), Pós Graduado em Relações Econômicas Internacional pela Universidade Mackenzie (2004), Pós Graduado em Gestão e Aperfeiçoamento de Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Santa Catarina UFSC (2009), Pós-Graduando em Gestão Pública pela (UMC 2011/2012') Encarregado do Centro de Controle Operacional desde 1992, com experiência nas áreas de Planejamento, Controle, Projetos e Operação do Sistema Adutor Metropolitano da Região Metropolitana de São Paulo.

Marcos Rogério de Araujo

Engenheiro Mecânico pela Universidade de São Paulo – USP (1991), Pós-Graduado em Gestão de Manutenção pela Faculdade de Engenharia Industrial-FEI (2002), MBA em Gestão de Projetos pelo Instituto Mauá de Tecnologia (2009), Engenheiro na Gestão de Projetos na unidade de Manutenção da MME (Sabesp) Guarapiranga.

Endereço⁽¹⁾: Rua Nicolau Gagliardi, 313, Pinheiros – São Paulo /SP - CEP: 05429-010 - Brasil –
Tel. + 55 (11) 3388-9592 - e-mail: renatosavila@sabesp.com.br, renatosavila@gmail.com.

RESUMO

Análise da EEA Perdizes com o objetivo de melhorar o abastecimento com maior segurança operacional e menor consumo energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência, abastecimento e Perdizes.

INTRODUÇÃO

Com o aumento natural da demanda do setor Perdizes, a estação elevatória de água Consolação - Perdizes vinha operando no limite da capacidade de bombeamento, com risco de desabastecimento nos dias quentes do verão, e caso ocorresse algum problema de manutenção em qualquer um dos dois conjuntos motor-bomba.

Com o intuito de se eliminar esse risco operacional e modernizar a estação de bombeamento melhorando sua eficiência energética iniciou-se este projeto para modernização desta estação.

OBJETIVO

Avaliar alternativas para a modernização da EEA Perdizes com a finalidade de melhorar a confiabilidade, eficiência energética e a operação do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo em vista o aumento natural do consumo no Verão 2010-2011 e que o reservatório Perdizes não estava conseguindo regularizar o abastecimento por insuficiência na adução, para efeito de modelagem emergencial adotou-se as seguintes premissas:

- A demanda média estudada foi de (660 l/s).
- O modelo matemático utilizado foi calibrado com dados de adução coletados do NovoScoa e os dados de distribuição fornecidos pela MCEA coletados nos dias 21 e 22 de outubro de 2010.
- A rede de distribuição foi simulada com WaterCad através do método de simplificação total das redes secundárias nos nós da rede primária com distribuição proporcional das demandas nestes nós.
- Para efeito de modelagem em todos os cenários foi utilizada uma condição média de abastecimento.
- Não foi considerado nos cálculos de modelagem hidráulica o sistema a montante do reservatório Consolação.
 - Para todos os cenários a distribuição de demandas nas derivações foi sempre a mesma e calculada a partir da velocidade média de 2,3 m/s considerada para as tubulações de distribuição.
- Foi considerado que o setor está todo interligado equalizando-se as piezométricas.

Abaixo esta o Setor Perdizes (fonte Signos).



Figura 01: Setor Perdizes (fonte Signos).

Esquemático do Subsistema em estudo.

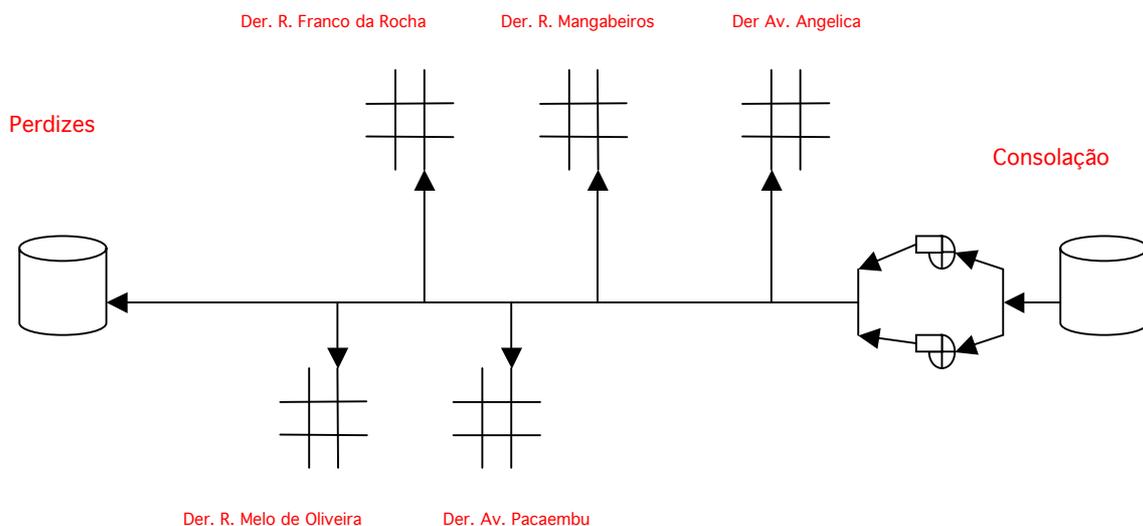


Figura 02: Esquemático do abastecimento do Setor Perdizes.

RESULTADOS

As tabelas seguir demonstram a comparação entre os resultados dos 11 cenários com modificações nas bombas e o cenário atual nas condições de abastecimento descritas.

Comparação 01			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 1+1, bomba KSB RDL O 400-665 rotor 665 mm a 885 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	760	94
AMT (mca)	26,1	36,8	10,7
BHP (cv)	232	373	141
P (cv)	465	471	6
P (kw)	631	640	8
η global (%)	49,9	79,2	29,3
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,233819678	-0,029493433

Tabela 01: Comparação 01.

Comparação 02			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 1+1, bomba Worthington 16 LN 35 rotor 635 mm a 710 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	696	30
AMT (mca)	26,1	33,8	7,7
BHP (cv)	232	314	82
P (cv)	465	401	-64
P (kw)	631	544	-87
η global (%)	49,9	78,3	28,4
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,217226778	-0,046086333

Tabela 02: Comparação 02.

Comparação 03			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 2+1, bomba Worthington 12 LN 26 rotor 21" a 880 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	678	12
AMT (mca)	26,1	26,5	0,4
BHP (cv)	232	240	8
P (cv)	465	325	-140
P (kw)	631	441	-190
η global (%)	49,9	73,8	23,9
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,180695748	-0,082617363

Tabela 03: Comparação 03.

Comparação 04			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 2+1, bomba KSB RDL 300-340 B rotor 315 mm a 1750 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	702	36
AMT (mca)	26,1	28,5	2,4
BHP (cv)	232	267	35
P (cv)	465	375	-89
P (kw)	631	510	-122
η global (%)	49,9	71,1	21,2
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,201712904	-0,061600207

Tabela 04: Comparação 04.

Comparação 05			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 1+1, bomba Sulzer SMN 501-570 rotor 480 mm a 1170 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	785	119
AMT (mca)	26,1	39,4	13,3
BHP (cv)	232	412	181
P (cv)	465	533	68
P (kw)	631	724	93
η global (%)	49,9	77,4	27,5
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,256161397	-0,007151714

Tabela 05: Comparação 05.

Comparação 06			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 1+1, bomba Sulzer SMN 501-570 rotor 561 mm a 885 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	713	47
AMT (mca)	26,1	32,3	6,2
BHP (cv)	232	307	75
P (cv)	465	388	-77
P (kw)	631	527	-105
η global (%)	49,9	79,2	29,3
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,205227598	-0,058085513

Tabela 06: Comparação 06.

Comparação 07			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 1+1, bomba Andritz FP 60-540.14 rotor 470 mm a 1190 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	767	101
AMT (mca)	26,1	37,5	11,4
BHP (cv)	232	384	152
P (cv)	465	479	14
P (kw)	631	651	19
η global (%)	49,9	80,1	30,2
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,235590174	-0,027722937

Tabela 07: Comparação 07.

Comparação 08			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 1+1, bomba Andritz FP 60-540.14 rotor 455 mm a 1190 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	744	78
AMT (mca)	26,1	35,2	9,1
BHP (cv)	232	349	117
P (cv)	465	436	-29
P (kw)	631	592	-39
η global (%)	49,9	80,1	30,2
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,221140643	-0,042172467

Tabela 08: Comparação 08.

Comparação 09			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 3+1, bomba Andritz FPS 40-200.12 rotor 356 mm a 1775 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	743	77
AMT (mca)	26,1	31,5	5,4
BHP (cv)	232	312	80
P (cv)	465	488	24
P (kw)	631	664	32
η global (%)	49,9	63,9	14,0
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,248066499	-0,015246612

Tabela 09: Comparação 09.

Comparação 10			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 3+1, bomba KSB RDL 250-340 B rotor 235 mm a 1750 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	711	45
AMT (mca)	26,1	27,5	1,4
BHP (cv)	232	261	29
P (cv)	465	371	-93
P (kw)	631	505	-127
η global (%)	49,9	70,2	20,3
Cons esp (kwh/m ³)	0,263313111	0,197130582	-0,066182529

Tabela 10: Comparação 10.

Comparação 11			
VARIÁVEL	Condição atual de abastecimento com 2+0, bomba Peerless 18A-22 rotor 540 mm a 880 rpm	Nova condição de abastecimento com 2+1, bomba KSB RDL 250-340 A rotor 305 a 1750 rpm	GANHO
Q (l/s)	666	684	18
AMT (mca)	26,1	27	0,9
BHP (cv)	232	246	14
P (cv)	465	360	-105
P (kw)	631	489	-142
η global (%)	49,9	68,4	18,5
Cons esp (kwh/m³)	0,263313111	0,198639715	-0,064673396

Tabela 11: Comparação 11.

Levando em consideração a reservação do Setor Perdizes pode-se separar a análise em duas possibilidades, uma com bombeamento contínuo mantendo-se a configuração atual de contrato de demanda e outra com o desligamento das bombas no horário de ponta com maior economia na conta de energia elétrica.

Para que exista a possibilidade de desligamento das bombas no horário de ponta as bombas têm de ser capaz de aduzir um mínimo de 720 l/s. Portanto separou-se as bombas em dois grupos sendo um grupo com capacidade de aduzir até 720 l/s e outro capaz de aduzir vazões maiores.

Para que fosse possível a comparação entre as diferentes bombas testadas adotamos uma potência específica calculada a partir da razão entre a potência elétrica consumida em kw (quilowatt) e a vazão em l/s (litros por segundo) calculando assim individualmente qual seria o ganho energético de cada configuração em relação à configuração atual.

Para o grupo com capacidade de aduzir vazões de até 720 l/s temos o seguinte quadro:

GRUPO SEM DESLIGAMENTO NO HORÁRIO DE PONTA		
MODELO DA BOMBA	VAZÃO TOTAL ADUZIDA	GANHO (kwh/m³)
Worthington 16 LN 35 rotor 635 mm a 710 rpm	696	0,046
Worthington 12 LN 26 rotor 21" a 880 rpm	678	0,083
KSB RDL 300-340 B rotor 315 mm a 1750 rpm	702	0,062
Sulzer SMN 501-570 rotor 561 mm a 885 rpm	713	0,058
KSB RDL 250-340 B rotor 325 mm a 1750 rpm	711	0,066
KSB RDL 250-340 A rotor 305 mm a 1750 rpm	684	0,065

Tabela 12: comparativo conjuntos sem desligamento em horário de ponta.

Para este grupo de bombas pode-se indicar a utilização da bomba Worthington 12 LN 26 com rotor de 21" a 880 rpm que foi a bomba que proporcionou um maior ganho específico de 0,083 kwh/m³.

Para o grupo com capacidade de aduzir vazões superiores a 720 l/s temos o seguinte quadro:

GRUPO COM DESLIGAMENTO NO HORÁRIO DE PONTA		
MODELO DA BOMBA	VAZÃO TOTAL ADUZIDA	GANHO (kwh/m ³)
KSB RDL O 400-665 rotor 665 mm a 885 rpm	760	0,029
Sulzes SMN 501-570 rotor 480 mm a 1170 rpm	785	0,007
Andritz FP 60-540.14 rotor 470 mm a 1190 rpm	767	0,028
Andritz FP 60-540.14 rotor 455 mm a 1190 rpm	744	0,042
Andritz FPS 40-200.12 rotor 356 mm a 1775 rpm	743	0,015

Tabela 13: comparativo conjuntos com desligamento em horário de ponta.

Para este grupo de bombas pode-se indicar a utilização da bomba Andritz FP 60-540.14 com rotor de 455 mm a 1190 rpm que foi a bomba que proporcionou um maior ganho específico de 0,042 kwh/m³.

Para efeito dos cálculos de retorno do investimento, foi estimado um custo total de aquisição de dois conjuntos motor – bomba, instalações elétricas com painéis inversores de frequência e de comando, e adequação de toda a infraestrutura mecânica e hidráulica no valor aproximado de R\$ 2.600.000,00

IMPORTANTE: NA ELABORAÇÃO DOS CALCULOS ABAIXO NÃO FOI LEVADO EM CONSIDERAÇÃO TAXA DE JUROS, RECURSOS PRÓPRIOS OU DE TERCEIROS, ENTRADA DE CAIXA, DEPRECIAÇÃO E RECURSOS COM MÃO DE OBRA. O OBJETIVO DESTES RELATÓRIOS É APENAS APRESENTAR UMA PROJEÇÃO PRELIMINAR, PARA SE TER UMA IDÉIA DO IMPACTO DA ECONOMIA DE ENERGIA GERADA PELA AMPLIAÇÃO DE RESERVAÇÃO.

Para efeito de cálculo de ganho energético foi considerada a tarifa atual da instalação que é hora sazonal azul.

Como o modelo não pode ser rodado em tempo estendido por causa das derivações em marcha, foi adotada uma média ponderada para a energia ativa entre os períodos úmido e seco, e entre ponta e fora de ponta para as bombas que terão de operar em horário de ponta, conforme tabelas abaixo:

ENERGIA ATIVA MÉDIA R\$/kwh		ENERGIA ATIVA MÉDIA R\$/kwh
Ponta	Fora de Ponta	Ponderada Ponta/Fora de Ponta
0,2395275	0,153599167	0,164340208

Tabela 14: Tarifa de energia elétrica.

Na ponderação entre os períodos úmido e seco, considerou-se um período de 07 meses no período seco e 05 meses no período úmido.

A ponderação Ponta/Fora de Ponta foi calculada a uma relação de 21 horas fora de ponta e 03 horas na ponta.

Consultando o módulo de macromedição no Novo Scoa verificou-se uma média mensal para o ano de 2010 de 1.578.066 m³/mês.

Para as bombas que recalcam menos de 720 l/s foi utilizada no cálculo de economia a ponderação Ponta/Fora de Ponta, pois com estas bombas a EEAT terá de operar nos horários de ponta, gerando assim uma economia conforme demonstrado na tabela abaixo:

GRUPO SEM DESLIGAMENTO NO HORÁRIO DE PONTA		
MODELO DA BOMBA	GANHO (R\$/m ³)	GANHO MENSAL (R\$)
Worthington 16 LN 35 rotor 635 mm a 710 rpm	0,007573838	R\$ 11.952,01
Worthington 12 LN 26 rotor 21" a 880 rpm	0,013577355	R\$ 21.425,95
KSB RDL 300-340 B rotor 315 mm a 1750 rpm	0,010123391	R\$ 15.975,37
Sulzer SMN 501-570 rotor 561 mm a 885 rpm	0,009545785	R\$ 15.063,87
KSB RDL 250-340 B rotor 325 mm a 1750 rpm	0,010876451	R\$ 17.163,75
KSB RDL 250-340 A rotor 305 mm a 1750 rpm	0,010628439	R\$ 16.772,37

Tabela 15: Ganho mensal dos conjuntos sem desligamento em horário de ponta.

Para as bombas que recalcam mais de 720 l/s foi considerada uma redução de demanda e energia ativa no horário de ponta, levando em consideração que as bombas desta EEAT desliguem neste período e, portanto no ganho mensal foi considerada a redução desta demanda e o ganho de operação foi calculado apenas com a ponderação úmido/seco fora da ponta, gerando uma economia mensal conforme a tabela abaixo:

GRUPO COM DESLIGAMENTO NO HORÁRIO DE PONTA		
MODELO DA BOMBA	GANHO (R\$/m ³)	GANHO MENSAL (R\$)
KSB RDL O 400-665 rotor 665 mm a 885 rpm	0,004530167	R\$ 41.660,75
Sulzes SMN 501-570 rotor 480 mm a 1170 rpm	0,001098497	R\$ 40.786,73
Andritz FP 60-540.14 rotor 470 mm a 1190 rpm	0,00425822	R\$ 41.813,21
Andritz FP 60-540.14 rotor 455 mm a 1190 rpm	0,006477656	R\$ 42.175,42
Andritz FPS 40-200.12 rotor 356 mm a 1775 rpm	0,002341867	R\$ 39.491,29

Tabela 16: Ganho mensal dos conjuntos com desligamento em horário de ponta.

Portanto levando em consideração apenas o investimento de adequação e o ganho mensal energético pode-se afirmar que o retorno do investimento deve ocorrer em cerca de 5,5 anos.

Não foi considerada no cálculo de retorno de investimento a redução de custo de manutenção da EEAT.

Não foi considerada uma redução de vazão devido à entrada em operação da adutora Guaraú-Lapa-Perdizes que deve ocorrer até o final de 2012.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que Em todas as opções tem-se um ganho energético, com um destaque para as bombas que conseguem aduzir vazões superiores a 720 l/s que poderão ser desligadas no horário de ponta, gerando assim uma economia média mensal de cerca de R\$ 40.000,00.

Dentre todas as opções analisadas, a que mais se destacou foi a bomba ANDRITZ FP 60-400.14 rotor de 455 mm com rotação de 1190 rpm, que gera uma economia mensal de energia elétrica de R\$ 42.175,42 com um retorno de investimento estimado em 5,5 anos.

RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a substituição dos conjuntos motor-bomba existentes por conjuntos ANDRITZ FP 60-400.14 rotor de 455 mm com rotação de 1190 rpm.

Devido ao aumento de pressão e velocidade na rede será necessário um estudo de transiente hidráulico para possível dimensionamento de um sistema de proteção em regime transitório.

Para maior flexibilização e segurança operacional recomenda-se que as bombas sejam dotadas de inversores de frequência para que a partida seja controlada em rampa e para controle da pressão máxima de operação que deve ser recomendada no estudo de transiente hidráulico a ser contratado, evitando-se assim um aumento dos vazamentos na rede de distribuição.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Sabesp – RT 142/2010 Análise hidráulica de abastecimento do Setor Perdizes

Bentley Institute, Manual WaterCAD/GEMS V8i, Projeto e modelagem de redes de distribuição de água.

Neto, Azevedo - Manual de Hidráulica - Editora Edgard Blucher.

Tsutiya, Milto Tomoyuki – Abastecimento de Água – Editora Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária de Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.