

## A IMPORTÂNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DO SISTEMA DE SELAGEM DE BOMBAS PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

***Davi Rangel Pessanha***

Graduado em Engenharia de Produção/ISECENSA  
davi.pessanha@yahoo.com.br

***Robson Salles Moraes***

Graduado em Engenharia de Produção/ISECENSA  
robsonsm.weatherford@petrobras.com.br

***Euclides Vieira Neto***

Mestre/Doutor em Ciências de Engenharia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/  
UENF- Rio de Janeiro, Brasil  
euclides@censanet.com

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo apresentar a importância da redução do consumo excessivo e posterior desperdício de bens não renováveis como a água no meio organizacional em benefício do meio ambiente. Esta importância é apresentada através de estudos e comparativos que estão relacionados ao uso de bombas centrífugas que são mecanismos responsáveis pelo deslocamento de determinados tipos de fluidos de um ponto específico para outro, entretanto, o seu funcionamento não é detalhado neste contexto, pois o enfoque maior é direcionado para o sistema de vedação ao qual se faz fundamental para a comprovação do tema proposto, ou seja, a redução do grau de desperdício de bens não renováveis no meio organizacional no que se refere à utilização de bombas centrífugas depende diretamente do sistema de vedação. Neste Trabalho, foram abordados dois tipos de sistema de vedação, o sistema de selagem do tipo gaxeta e o sistema de selagem do tipo mecânica, onde cada qual foi apresentado, levemente conceituado e posteriormente comparado através de dados obtidos em estudos e observações relativas ao gasto com água, energia, manutenção e custos com o intuito de comprovar e apresentar ao final deste, a viabilidade da redução de custos e desperdícios através da substituição de equipamentos do sistema de vedação do tipo gaxeta para o tipo mecânico.

**Palavras-Chave:** Água, Sistema de vedação, Substituição de equipamentos, Sistema de selagem do tipo gaxeta, Sistema do tipo mecânica, Meio Ambiente.

### ABSTRACT

This study aimed to present the importance of reducing the excessive consumption and subsequent waste of non-renewable water in the middle as the organization the benefit of the environment. This importance is shown through comparative studies and that are related to the use of centrifugal pumps which are mechanisms responsible for the displacement of certain types of fluids from a specific point to another, however, its operation is not detailed in this context, because the focus more is directed to the sealing system which is crucial to proving the proposed subject, namely the reduction in the level of wastage of non-renewable amid organizational regarding the use of centrifugal pumps, the system depends directly for sealing. In this work, were approached two types of fencing system, the system of the type of sealing gasket and sealing the kind of system engineering, where each was presented, and then lightly regarded compared with data from studies and observations concerning Spent with water, energy, and maintenance costs in an effort to demonstrate and display the end of this, the feasibility of reducing costs and waste through the replacement of equipment in the system of the type gasket seal for the type mechanic.

---

**Key-words:** Water, fence system, replacement of equipment, system-type gasket seals, mechanical type of system, Environment

## INTRODUÇÃO

O ambiente competitivo atual, exige cada vez mais das empresas, uma busca constante na melhoria de processos em todos os aspectos, desta forma, para se obter uma posição de ponta, as empresas visam manter o seu padrão de funcionamento acima da concorrência.

Em conseqüência disto, o desenvolvimento empresarial tem propiciado um avanço significativo em termos de qualidade e produtividade na maioria dos diversos setores industriais. Nos últimos trezentos anos, a humanidade se desenvolveu muito, a produção aumentou, o comércio se expandiu, provocando uma verdadeira revolução industrial.

Cada vez mais é reconhecido que a melhoria na qualidade dos produtos e serviços é uma questão extremamente necessária para a competitividade das organizações. Para quem produz, qualidade significa maior satisfação do cliente, especialização e alcance de mercado, elevação da competitividade e do lucro. Para quem consome, qualidade é um fator decisivo nas relações de consumo (Marshall Jr. et al, 2007).

Nesse processo, a água teve papel fundamental, pois a partir de seu potencial, surgiram ativos como a roda d'água, a máquina a vapor, a usina hidrelétrica e muitos outros. Atualmente, mais do que nunca, a vida do homem depende da água, pois além de ser vital para a sua existência, há a dependência relativa à produtividade. (Hernandes & Paz, 2005).

Exemplo simples desta dependência, é a produção de papel, pois, para produzir-se um quilograma de papel, utiliza-se 540 litros de água. Outro bom exemplo, é a fabricação de aço, pois, para fabricar-se uma tonelada, necessita-se de 260 mil litros de água. Pode-se destacar também que, uma pessoa, em sua vida doméstica, pode gastar até 300 litros de água por dia.

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo relativo à importância de substituições de equipamentos que proporcionem o uso excessivo e/ou desperdícios de bens não renováveis, adotando como exemplo para estudo, o sistema de vedação das bombas centrífugas.

Diminuir o desperdício de água, é vital, pois, atualmente, tem-se refugado, milhares de litros anualmente, por apenas uma bomba que poderia abastecer, no mesmo período, uma família com cerca de 6 pessoas em localidades onde a seca é alarmante como a África, Ásia e até mesmo no Brasil.

O desperdício de energia, representa um dos maiores riscos para o meio ambiente, afetando diretamente as reservas ecológicas e naturais do nosso mundo. Atividades comuns do dia-a-dia, como o banho demorado, são fortes contribuintes para o desperdício, pois, gasta-se água e energia em grandes quantidades.

Portanto, torna-se fundamental evitar o vazamento e conseqüentes abalos ao meio externo, e para isto, existe o sistema de vedação, que age de forma rápida e eficaz, evitando que uma grande quantidade de água seja jogada fora e reduzindo conseqüentemente o consumo excessivo de energia.

## METODOLOGIA

O presente estudo exploratório e de natureza qualitativa, fundamenta-se em uma revisão bibliográfica sobre Sistema de Selagem, Manutenção, Sistema de Selagem por Gaxetas, Sistema de Selagem por selo mecânico e a Importância de redução no desperdício de bens não renováveis, além de apresentar um estudo de caso, mostrando a importância da substituição de equipamentos do sistema de selagem de bombas para a manutenção ambiental.

Pesquisas exploratórias, segundo Gil (1999) visam proporcionar uma visão geral de um determinado fato, do tipo aproximativo. A pesquisa qualitativa segundo Claro (1998), mede as variáveis que expressam atributos e qualidade, medindo a presença ou a ausência de algo, ou mesmo medir o grau em que algo está presente.

Para o desenvolvimento do estudo de caso, realizou-se uma pesquisa de campo, abrangendo consultas a profissionais da área, documentos técnicos e registros de manutenções, gastos e tempo relativo a

bombas centrífugas, visando analisar e comprovar os benefícios propostos pelo tema.

## A IMPORTÂNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Aborda-se neste contexto, um estudo sobre a aplicação prática relativa à substituição do sistema de selagem de bombas centrífugas, onde, todos os valores mencionados e utilizados para fundamentação do estudo, são relativos ao valor médio correspondente as mesmas no mercado e ao fornecido pela Empresa.

### Apresentação da Empresa e o Setor de Trabalho

A Empresa X, é uma estatal brasileira, de economia mista, que atua no segmento de energia, prioritariamente nas áreas de exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo e seus derivados no Brasil e no exterior. Atualmente, a Empresa está em quarto lugar no ranking das maiores petrolíferas de capital aberto do mundo, é a terceira maior empresa do continente americano em valor de mercado, além de ocupar o sexto lugar entre as maiores empresas do mundo.

Dentro da Empresa, existem vários setores e unidades, dentre estas unidades, destaca-se a unidade P100 (nome fantasia), que foi inaugurada em 1983, e esta localizada na bacia de Campos no Estado do Rio de Janeiro. Atualmente, esta plataforma tem capacidade produtiva em torno de 235.000m<sup>3</sup> de gás por dia. Nesta plataforma, foi desenvolvido e implantado um projeto pioneiro no mundo, para a otimização do sistema de controle da Unidade de Recuperação de Vapor (URV), também conhecida como Sistema de Compressão de Gás do 3º Estágio, dentro de uma plataforma offshore, é responsável pelo re-processamento dos gases que normalmente seriam queimados na atmosfera através do flare. Para se ter uma idéia de grandeza, em condições normais (com a URV funcionando normalmente) são queimados em torno de 1.000m<sup>3</sup> de gás por dia, enquanto que com a URV parada, são desviados para o flare algo em torno de 12.000m<sup>3</sup> de gás/dia.

### O equipamento

O equipamento a ser estudado para a análise de substituição, é uma bomba centrífuga, com o sistema de selagem do tipo gaxeta, responsável pela vedação do fluxo da bomba e passagem de ar para o interior da mesma, evitando queda de pressão. Nesta unidade, estas bombas possuem a finalidade de refrigerar os trocadores de óleo dos compressores de bombeamento, através do deslocamento de fluidos envolta das paredes dos tubos onde se encontram o óleo.

É válido destacar que, nesta unidade, existem dezenas de bombas em operação, atuando com esta e outras finalidades, e no geral, sendo composta pelo sistema de vedação do tipo gaxeta.

Para a análise e estudo da viabilidade da substituição do equipamento, fez-se necessário, um levantamento de dados relativos a bombas com gaxeta, máquinas e algumas estimativas das bombas com selo mecânico. Estes dados são devidamente apresentados nos próximos tópicos.

## RESULTADOS OBTIDOS

### Dados sobre o sistema de gaxeta

O primeiro dado a ser levantado para o estudo da importância da substituição de equipamentos, foi o tempo de operação das bombas com gaxeta, conseqüentemente, seus gastos durante o ano. Para isso separou-se o tempo gasto com água, o gasto com energia e o gasto com manutenção destas bombas, classificando-os (mediante a observação) da seguinte forma:

- Gasto com água: as bombas com sistema de gaxeta apresentam gotejamento constante pelo sistema de selagem a fim de lubrificar e resfriar a área de contato da gaxeta com o eixo e para evitar que o

eixo superaqueça;

- Gasto com energia: entende-se por gasto de energia toda potencia a ser consumida pelo equipamento, medido em kw/h;

- Gasto com manutenção: todo valor empregado na manutenção do equipamento como substituição de peças e mão-de-obra especializada para manutenção.

Este estudo de tempo de operação, foi desenvolvido mediante a observações do equipamento em operação, experiência dos técnicos, planejadores e montadores além da própria tabelas de montagem desenvolvida pela Empresa e a fornecida pela assistência técnica. Definindo-se estas percentagens de tempo de operação, é possível se determinar o gasto envolvendo fatores de bens não renováveis.

### Gasto com a água

O valor gasto com a água foi expresso de a seguinte forma: percentagem do tempo X percentual de água; onde esta percentagem é oriunda de dados coletados através de observações. Uma bomba bem regulada pode ter o número de gotejamento de 30 a 60 gotas/minuto, desta forma, considerando uma média padrão de 45 gotas/minutos, em um período de um ano, temos que o gasto de água com o sistema de vedação por selo gaxeta, pode ser apresentado da seguinte forma:

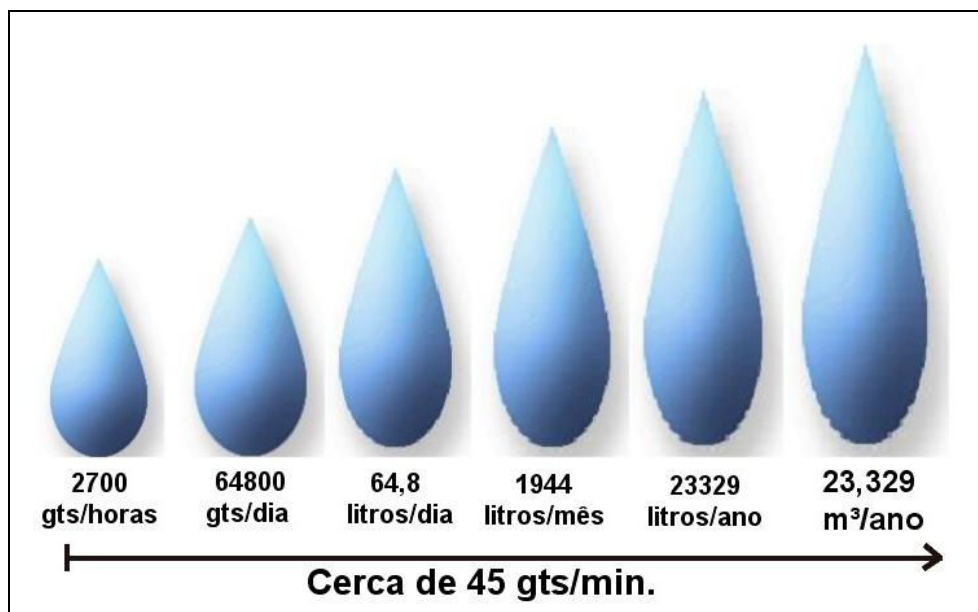


Figura 1: Gastos de água pelo sistema de gaxeta  
Fonte: CORTELI, R. - Selo mecânico (2005)

Atualmente, segundo dados da Águas do Paraíba, empresa responsável pela distribuição de águas na Cidade de Campos do Goytacazes, o valor do metro cúbico (m³) da água esta sendo vendido a R\$ 1,40 no estado do Rio de Janeiro. Sendo assim, pode-se calcular o custo anual da água da seguinte forma:

$$23,33 \text{ (gasto/ano em m}^3\text{)} \times 1,40 \text{ (valor do m}^3\text{)} = \text{R\$ 32,66}$$

Logo, conclui-se que o valor total médio, é equivalente ao custo de R\$ 32,66 por ano.

### Gasto de energia

Em poder da especificação do motor (ver Quadro 1), pode-se constatar o seu consumo direto de energia, e efetuar amostragens a partir de determinado um período de tempo.

Quadro 1: Especificação do motor

Tempo de operação = 12 horas	
Motor:	Fabricante: GE - Trifásico
Potência:	30 cv
Tensão:	440 v
Proteção:	Ip 55
Rotação:	1750 RPM

Fonte: Empresa X

Considerando-se o período de amostragem por cerca de 1 hora de funcionamento do equipamento, constata-se um consumo de energia de aproximadamente 22,05 kw/h. Sendo assim, para o funcionamento diário, conclui-se o consumo da seguinte forma:

<b>22,05</b>	<b>X</b>	<b>24</b>	<b>=</b>	<b>529,2</b>
(kw/h)		(Horas)		(kw/dia)

Entretanto, é válido destacar que, nesta unidade, existem três bombas, cada qual opera no período de 12 horas/dia, ou seja, para a realização de um dia de trabalho, duas bombas são utilizadas. Outro ponto que também deve ser destacado é relativo ao funcionamento, pois, destas três bombas, duas ficam em funcionamento direto por meio período (12h) e uma é mantida na reserva. Desta forma, calcula-se o gasto de energia para 12 horas de funcionamento e conclui-se que o gasto relativo ao funcionamento de uma máquina é dado por:

<b>22,05</b>	<b>X</b>	<b>12</b>	<b>=</b>	<b>264,6</b>
(kw/h)		(Horas)		(kw/dia)

Para se obter uma melhor visão a respeito de valor financeiro, calcula-se o valor em dinheiro referente ao custo de energia pelo tempo gasto de funcionamento do equipamento (ver Tabela 1), logo, temos que:

Tabela 1: Gasto tempo X Gasto em dinheiro

Gasto de tempo	Correspondem a: Gasto em dinheiro
0,37 kW/min.	R\$ 0,15
22,5 kW/h	R\$ 9,00
529kw/dia	R\$211,6
15870 kW/mês	R\$ 6.348
190440 kW/ano	R\$ 76.176

Fonte: CORTELI, R. - Selo mecânico (2005)

Segundo a distribuidora de energia Ampla, que atua em 66 municípios do estado do Rio de Janeiro, o valor relativo da energia é de R\$ 0,40, no horário comercial, desta forma, considerando o funcionamento de 12 horas, conclui-se que:

264,4 (kw/dia)	X	0,4 (custo da energia em R\$)	=	R\$ 105,76
-------------------	---	----------------------------------	---	------------

### Gastos com a manutenção

Para o desenvolvimento destes cálculos, adotou-se como base, dados fornecidos e retirados de relatórios de manutenção, que por sua vez mostram todos os registros de manutenções sofridas pelo equipamento, sendo assim, temos que, o custo inicial do sistema de gaxeta pode ser expresso da seguinte forma:

Tabela 2: Preço unitário de sobressalentes

Operação	Custo
1 bucha de proteção do eixo	R\$ 900,00
1 engaxetamento	R\$ 60,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 960,00</b>

Fonte: Empresa X

No que se refere ao custo anual do sistema de gaxeta, pode-se expressá-lo, da seguinte forma:

Tabela 3: Valores de sobressalentes

Operação	Custo
2 trocas da bucha eixo/ano	R\$ 1.800,00
4 trocas de engaxetamento/ano	R\$ 240,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 2.040,00</b>

Fonte: Empresa X

Faz-se importante destacar que, considera-se que esta mesma bomba deve receber manutenção programada (ver tabela 4) que: a cada um mês e meio, substitui-se as gaxetas, a cada três meses, verifica-se e substitui-se as luvas; e a cada seis meses, troca-se o eixo. Lembrando que estes intervalos, são estipulados no procedimento da Empresa.

Tabela 4: Tempo médio para troca de sobressalentes.

Peça substituída	Tempo
Luva	6 meses
Gaxetas	3 meses

Fonte: Manual de desmontagem de bomba – Empresa X.

Para um melhor entendimento da seqüência de custos, pode-se destacar as etapas de tempo e mão-de-obra que agregam gastos na manutenção da bomba e podendo ser expresso da seguinte forma:

Tabela 5: Tempo X mão-de-obra gasto na manutenção

Tempo médio de desmontagem	10 dias
Mão-de-obra	1 técnico e 1 auxiliar
Tempo médio para teste	1 dia
Mão-de-obra	1 técnico e 1 auxiliar
Tempo médio de montagem	5 dias
Mão de obra	1 técnico e 1 auxiliar

Fonte: Manual de desmontagem de bomba – Empresa X.

Desta forma, destaca-se que o valor da mão-de-obra pode ser obtido da seguinte forma:

$$\frac{\text{Valor do salário do técnico}}{\text{dias do mês}}$$

$$\frac{\text{Valor do salário do auxiliar}}{\text{dias do mês}}$$

$$\text{Tempo de manutenção} \quad X \quad (\text{salário do técnico} + \text{salário do auxiliar})$$

Ressaltando que para a realização deste calculo, só foi considerado o salário direto dos profissionais (ver ).

Tabela 6: Funções x Salários

	Salário (mensal)	Salário (dia)
Técnico	R\$ 2.500,00	R\$ 83,00
Auxiliar técnico	R\$ 1.340,00	R\$ 46,60

Fonte: Empresa X

Desta forma, conclui-se que:

Tabela 7: Funções x Salários

	Salário (dia)	Manutenção (dia)	Valor Total (R\$)
Técnico	R\$ 83,00	16	R\$ 1.328,00
Auxiliar técnico	R\$ 46,60	16	R\$ 745,60
Total			R\$ 2.073,60

Fonte: Empresa X

Desta forma, percebe-se que o custo total referente a mão-de-obra é equivalente a R\$ 2.073,60 por manutenção. É Valido importante destacar que a quantidade de manutenção, vária de equipamento para equipamento, desta forma, cada equipamento sofre uma certa quantidade distinta de manutenção, ou seja, um equipamento pode sofrer mais manutenção que um outro. Sendo assim, pode-se estipular o gasto total da manutenção da bomba, durante um ano, e expressa-lo da seguinte forma:

Tabela 8: material necessário para manutenção anual

Material	Número de troca (ano)	Valor (R\$)
Luva de proteção	2	R\$ 900,00
Engaxetamento	4	R\$ 60,00
Mão-de-obra	2	R\$ 2.073,60
	Total	R\$ 6.187,20

Fonte: Empresa X

Logo, percebe-se que o valor anual, referente a manutenção, é equivalente a R\$ 6.187,20. É válido destacar que o cálculo anterior (ver tabela 8) são relativos ao número de manutenções necessárias para o funcionamento eficiente do equipamento durante um ano.

### Dados sobre o selo mecânico

O equipamento escolhido para substituir o sistema de gaxeta é um selo mecânico da Marca *John Crane* que apresenta como características principais a resistência a água quente (130° e 210°), 1.750 RPM (rotação/min) e alta resistência a pressão.

### Gastos com a água

Os selos mecânicos foram desenvolvidos para diminuição nos níveis de emissão de produtos em equipamentos rotativos (bombas, compressores, misturadores, ventiladores industriais) de acordo com normas ambientais, e são projetados para operar por muito tempo sem manutenção. Por ser um componente de alta precisão, no que se refere ao controle de fluxo, o Selo mecânico possui um padrão mínimo de vazamento, na qual pode-se apresentar (conforme especificação da Empresa), da seguinte forma:

Quadro 2: Gasto de água pelo sistema de selo mecânico.

Cerca de 0,03 gts/min	<b>Equivalem a:</b>
	1,88 gts/horas
	45 gts/dia
	45 ml/dia
	1,35 litros/mês
	16,43 litros/ano
	0,164 m³/ano

Fonte: Empresa X

Baseado nos dados obtidos, calcula-se o valor anual dos gastos com a água referentes ao sistema de selagem do tipo mecânica, onde conclui-se que:

<b>0,164</b> (gasto/ano em m³)	X	<b>1,40</b> (valor do m³)	=	<b>R\$ 0,23</b>
-----------------------------------	---	------------------------------	---	-----------------



## Gastos de energia selo mecânico

Segundo (CORTELLI, R 2005) o gasto de energia entre o sistema de gaxeta e o sistema de selo mecânico apresenta uma proporção de 10:1. Entretanto, a proporção obtida mediante as observações e coleta de dados é equivalente a 5:1, logo, constata-se que esta proporção sofre variação de acordo com a potência do equipamento. Essa variação ocorre devido ao sistema de gaxeta apresentar mais áreas de contato com o eixo que o sistema de selo mecânico (ver figura X).

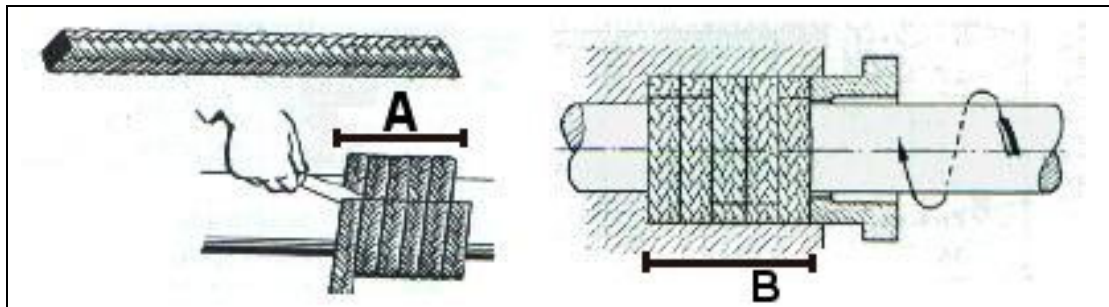


Figura 2: Área de contato da gaxeta com o eixo

Fonte: Manual de desmontagem de bomba – Empresa X

Portanto, percebe-se que os pontos A e B (figura x) representam os pontos de contato da gaxeta com o eixo, o que torna a variação da proporção entre selo mecânico e gaxeta, pois a área de contato (ponto C) do selo mecânico é única (ver figura 3).

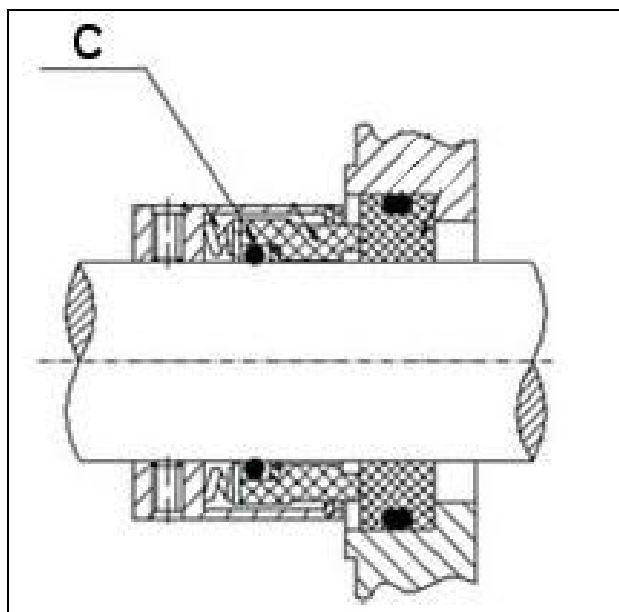


Figura 3: Área de contato do anel 'O' com o eixo  
Fonte: CORTELLI, R. - Selo mecânico (2005)

Considerando a proporção de 5:1 obtida através das observações e coleta de dados, temos o gasto relativo a energia expresso da seguinte forma:

Gasto de tempo	Correspondem a:
	Gasto em dinheiro
0,074 kW/min.	R\$ 0,03
4,5 kW/h	R\$ 1,80
105,8 kw/dia	R\$42,32
3174 kW/mês	R\$ 1.269,60
38088 kW/ano	R\$ 15.235,20
Tabela 9: Gasto de energia X Gasto financeiro	
Fonte: Empresa X	

### Gastos com Manutenção

De acordo com os dados obtidos no mercado, estima-se que o valor para aquisição de um selo mecânico gira em torno de R\$ 5.000,00, isto, considerando que haja a escolha de troca do sistema devido a eventuais problemas, logo, tem-se que:

Tabela 10: material necessário para manutenção anual do selo mecânico.

Material	Número de troca (ano)	Valor (R\$)
Vedações secundárias (anel 'O')	2	R\$ 400,00
Lapidação do selo	1	R\$ 400,00
Mão-de-obra	2	R\$ 2.073,60
	Total	R\$ 2.873,60

Fonte: Empresa X

Um ponto importante que merece destaque, é relativo a recomendação do próprio fornecedor no que diz respeito ao uso, pois, a cada três anos, deve-se efetuar a troca do selo e do eixo (ver Tabela 12).

Tabela 11: valor da troca do selo e eixo após 3 anos de uso.

Material	Valor (R\$)
Selo	R\$5.000
Eixo	R\$ 5.000
Mão-de-obra	R\$ 2.073,6
Total	R\$12.073,6

Fonte: Empresa X

A mão-de-obra para este tipo de operação, se equivale a operação adotada no sistema de gaxeta, logo, temos que:

Tabela 12: Tempo X mão-de-obra gasto na manutenção

Tempo médio de desmontagem	10 dias
Mão-de-obra	1 técnico e 1 auxiliar
Tempo médio para teste	1 dia
Mão-de-obra	1 técnico e 1 auxiliar
Tempo médio de montagem	5 dias
Mão de obra	1 técnico e 1 auxiliar

Fonte: Manual de desmontagem de bombas – Empresa X

Desta forma, destaca-se que o valor da mão-de-obra para a manutenção, pode ser obtido da seguinte forma:

$$\frac{\text{Valor do salário do técnico}}{\text{dias do mês}}$$

$$\frac{\text{Valor do salário do auxiliar}}{\text{dias do mês}}$$

$$\text{Tempo de manutenção} \quad X \quad (\text{salário do técnico} + \text{salário do auxiliar})$$

Ressaltando que para a realização deste calculo, só foi considerado o salário direto dos profissionais (ver ).

Tabela 13: Funções x Salários

	Salário (mensal)	Salário (dia)
Técnico	R\$ 2.500,00	R\$ 83,00
Auxiliar técnico	R\$ 1.340,00	R\$ 46,60

Fonte: Empresa X

Desta forma, conclui-se que:

Tabela 14: Funções x Salários

	Salário (dia)	Manutenção (dia)	Valor Total (R\$)
Técnico	R\$ 83,00	16	R\$ 1.328,00
Auxiliar técnico	R\$ 46,60	16	R\$ 745,60
Total			R\$ 2.073,60

Fonte: Empresa

## SISTEMA DE GAXETA X SISTEMA DE SELO MECÂNICO

### Comparativo: Gastos com água

Comparando-se os resultados obtidos entre o sistema de selagem por gaxeta e o de selagem mecânica, relativos a gasto com água, temos que:

<b>Gaxeta:</b>	<b>23,33</b> (gasto/ano em m <sup>3</sup> )	<b>X</b>	<b>1,40</b> (valor do m <sup>3</sup> )	<b>=</b>	<b>R\$ 32,66</b>
<b>Selo mecânico:</b>	<b>0,164</b> (gasto/ano em m <sup>3</sup> )	<b>X</b>	<b>1,40</b> (valor do m <sup>3</sup> )	<b>=</b>	<b>R\$ 0,23</b>

Logo, pode-se perceber uma notável diferença relativa a custos com água e que pode ser expresso da seguinte forma:

<b>32,66</b> (gasto/ano em R\$)	-	<b>0,23</b> (gasto/ano em R\$)	=	<b>R\$ 32,43</b>
------------------------------------	---	-----------------------------------	---	------------------

Portanto, o presente resultado nos mostra uma economia de R\$ 32,43, na qual a princípio, pode parecer uma quantia insignificante para o meio organizacional e frente ao investimento, entretanto, quando analisa-se a economia em termos de desperdício de água, é claro e surpreendente os termos do resultado, pois temos que:

<b>Gaxeta</b>		<b>Selo mecânico</b>		
<b>23,33</b> (gasto/ano em m <sup>3</sup> )	-	<b>0,164</b> (valor do m <sup>3</sup> )	=	<b>R\$ 23,16</b> (m <sup>3</sup> )

Sendo assim, comparando-se o gasto com a água entre os dos sistemas, percebe-se que o selo mecânico é mais econômico por desperdiça menos, o que o torna mais atrativo tanto para o fator financeiro quanto para o fator ambiental.

Fazendo-se um comparativo simples, e adotando-se como base para este, os projetos de captação e armazenamento de águas das chuvas destinadas aos Estados do semi-árido que apoiados pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), visam armazenar cerca de 17m<sup>3</sup> de água, quantidade considerada suficiente para o uso de uma família composta por cinco pessoas durante o longo período de seca que se estende por até oito meses na região, pode-se dizer que o desperdício de 23,16m<sup>3</sup> de água por ano oriundas do vazamento do sistema de selagem do tipo gaxeta, é o equivalente ao abastecimento de uma família composta por cinco pessoas, por cerca de oito meses nos Estados do semi-árido, que compreendem quase a totalidade do Nordeste, um pedaço de Minas Gerais e outro do Espírito Santo onde os problemas sociais são bastante sérios e dominados pela seca, proporcionam uma sobrevivência árdua e as ações em favor do meio ambiente são raras. (Alimento..., 2008)

Portanto, estima-se o valor de desperdício em função da quantidade elevada de bombas utilizada no meio organizacional. Admitindo-se como base a unidade P100, faz-se uma simples indicação sobre a existência de dezenas de bombas em operação, em diversas funções e sendo composta pelo sistema de vedação do tipo gaxeta, logo, estima-se que grandes quantidades de água são desperdiçadas por dia e milhões por ano.

### Comparativo: Gastos com energia

Após calcular-se o consumo dos dois sistemas, pode-se constatar que na relação KW /mês, houve uma diferença elevada de custos entre os sistemas. Pode-se constatar também, que se 1 KW /h custa hoje no estado do Rio de Janeiro R\$ 0,40, logo, tem-se para o sistema de gaxetas, um custo de R\$ 76.176,00 para um consumo de 190440 KW /ano contra um custo de R\$ 15.235,20 para um consumo de 38088 KW /ano. Ou seja, o sistema de selagem por gaxeta, apresenta uma proporção cinco vezes maior que o sistema de selagem mecânica no que se refere ao consumo de energia.

Essa diferença de 152352 KW /ano é a quantia suficiente para iluminar quarenta e duas casas e meia por ano, considerando um consumo de 300 kw/mês, média estimada por Bianchini (2008) para famílias de classe média.

### Comparativo: Gastos com manutenção

Os gastos relativos a manutenção dos dois sistemas são equivalentes uma vez que o custo homem/hora é o mesmo, logo, estima-se que a mão-de-obra necessária para a realização dos processos de montagem e desmontagem de equipamentos são equivalentes.

O fator diferencial é voltado para aquisição de sobressalentes para a realização da manutenção, ou seja, cada sistema apresenta um valor específico n que diz respeito a peças.

Tabela 15: Material necessário para manutenção anual

Sistema de selagem por gaxetas		
Material	Número de troca (ano)	Valor (R\$)
Luva de proteção	2	R\$ 900,00
Engaxetamento	4	R\$ 60,00
Mão-de-obra	2	R\$ 2.073,60
	Total	R\$ 6.187,20

Fonte: Empresa X

Tabela 16: Material necessário para manutenção anual do selo mecânico.

Sistema de selagem por selo mecânico		
Material	Número de troca (ano)	Valor (R\$)
Vedações secundárias (anel 'O')	2	R\$ 400,00
Lapidação do selo	1	R\$ 400,00
Mão-de-obra	2	R\$ 2.073,60
	Total	R\$ 2.873,60

Fonte: Empresa X

Sendo importante destacar-se que a cada três anos, deve-se efetuar a troca do selo e do eixo (ver Tabela 12), logo, deve-se acrescentar R\$ 10.000,00 ao custo de R\$ 2.873,60 referentes à aquisição dos mesmos para a manutenção do selo mecânico.

### BALANÇO

Tabela 17: Gasto do sistema de gaxeta X selo mecânico

Dados analisados	Gaxeta 24 h	Selo mecânico 24 h
Perda com a água	R\$ 32,66	R\$ 0,23
Potencia consumida	R\$ 76.176,00	R\$ 15.235,20
Custo anual da manutenção	R\$ 6.187,20	R\$ 2.873,60
Total	R\$ 82.396,46	R\$ 18.109,03

Fonte: Empresa X

Portanto, conclui-se que a economia anual usando-se selo mecânico em relação à gaxeta é de R\$ 64.287,43 que é suficiente para efetuar-se a aquisição de 12 selos mecânicos, isto sem considerar, o custo de mão de obra necessária para os constantes ajustes quando se usa gaxeta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta globalização em que vivemos, onde se enxergam muito mais as necessidades da humanidade como água e manutenção de energia para utilização benéfica pelas gerações futuras de forma sustentável e indispensável para a vida. Enquanto a população mundial não se conscientizar da necessidade de respeito à natureza e que seus recursos naturais são escassos e que se não cuidarmos do nosso planeta a sustentabilidade da vida ficará prejudicada. Sucumbiremos sem os meios normais e insubstituíveis à vida.

As grandes necessidades dos homens são acompanhadas por descobertas para supri-las. E os homens que acompanham estas tendências e param para analisar estas mudanças são considerados como grandes empreendedores. Com a necessidade de manutenção de água que temos, a solução é a substituição de certos componentes em alguns equipamentos que são indispensáveis em algumas plantas industriais.

As plantas industriais que utilizam bombas: centrífuga, alternativa e rotativa. Tendo em vista que: as Bombas são como máquinas operatrizes hidráulicas que conferem energia ao fluido com a finalidade de transportá-lo por escoamento de um ponto para outro obedecendo às condições do processo. As bombas transformam o trabalho mecânico que recebem para seu funcionamento em energia. Elas recebem a energia de uma fonte motora qualquer e cedem parte dessa energia ao fluido sob forma de energia de pressão, cinéticas ou ambas. Isto é, elas aumentam a pressão do líquido, a velocidade ou ambas essas grandezas.

A energia cedida ao líquido pode ser medida através da equação de Bernoulli. A relação entre a energia cedida pela bomba ao líquido e a energia que foi recebida da fonte motora, fornece o rendimento da bomba. Este trabalho teve como finalidade identificar o grande ganho em aproveitamento de água e energia através da substituição de componentes em equipamentos, realizando a análise de viabilidade econômica, na troca do sistema de selagem, onde foram substituídas gaxetas por selo mecânico, aferimos que:

- Mediante ao exposto na revisão bibliográfica foi possível constatar que a substituição do equipamento trouxe resultados surpreendentes no quais respeito identificar a economia de bens não renováveis: água e energia. Onde também esta modificação trouxe melhorias no que diz respeito a manutenção de bombas centrífugas, com menor gasto energético, e menores retrações das peças.
- Esses dados trouxeram a comprovação do estudo mencionado:

Sendo assim, com a substituição da gaxeta pelo selo mecânico, onde no sistema de gaxeta eram desperdiçados 23,33 m<sup>3</sup> de água durante o ano que dava o valor de R\$ 32,66; e após a substituição constatou-se uma reduziu-se para 0,164 m<sup>3</sup> por ano com o valor de R\$ 0,23.

Aparentemente levando-se em conta o volume da substituição no equipamento em relação ao valor gasto em dinheiro pode parecer pouco, para o investimento deste tipo, mas quando levamos para a manutenção destes recursos naturais e sua operação ecologicamente correta constata-se uma grande diferença em uso de água 23,33 m<sup>3</sup>.

No que observase no contexto de economia energética, percebe-se que se 1kw/h custa hoje no estado do Rio de Janeiro R\$ 0,40, logo, tem-se para o sistema de gaxetas, um custo de R\$ 76.176,00 para um consumo de 190440 KW/ano contra um custo de R\$ 15.235,20 para um consumo de 38088 KW/ano. Logo, Economiza-se cerca de 152.352 Kw/ano que é a quantia suficiente para iluminar quarenta e duas casas e meia por ano, considerando um consumo de 300 kw/mês, média estimada por Bianchini (2008) para famílias de classe média.

Por fim, em seu último tópico verificamos que a manutenção dos dois sistemas são equiparados, uma vez que o custo homem/hora é o igual, logo, a mão-de-obra necessária para a realização dos processos de montagem e desmontagem de equipamentos são equivalentes a R\$ 2.073,60; o difere os sistemas é a tempo médio para reparos durante o ano onde o sistema de gaxeta sofrerá mais intervenções R\$ 6.187,20 contra um gasto de R\$ 2.873,60; diferença de R\$ 3.313,60 ao ano.

Faz-se importante destacar que o tempo de vida útil de um selo mecânico é de 3 anos, onde é recomendada sua troca e do eixo. Assim onerare-se a manutenção em função desta corretiva, ultrapassando o valor do sistema de gaxeta. Aproximadamente em R\$ 10.000,00 (selo) somado a Manutenção (R\$ 2.073,60)

e totalizando R\$ 12.073,60.

- Mediante a todos estes resultados aconselha-se a substituição nos sistemas de gaxeta por sistema de selo mecânico, pois se economiza água, energia e manutenção bem como recursos naturais para um desenvolvimento sustentável.
- Após estes cálculos chegamos ao resultado que a bomba com gaxeta gastou R\$ 82.396,46 e a bomba com selo mecânico gastou R\$ 18.109,03 que cegou a uma grande diferença de R\$ 64.287,43 no resultado final.
- Resultados como estes só nos alertam quando ao grande ganho que temos de itens como água, uma vez que o exposto foi em função de uma bomba, anualmente, que é uma inexpressível referência quando lembramos todas as plantas industriais ao redor do mundo que crescem espantosamente e de forma vertical e as bombas são equipamentos cada vez mais com grande aplicação.
- É importante mencionar que, segundo artigo publicado por CASAROTTO, N.C. & KOPITTKE,(2000) a abordagem tradicional da substituição de equipamento privilegia os aspectos financeiros e econômicos. Mas, em situações reais, as decisões envolvem outros aspectos como risco estratégico e os efeitos intangíveis da substituição. A decisão de substituir um equipamento deve ser tomada em um cenário onde há outras decisões a serem tomadas e os impactos são múltiplos como na realidade empresarial e gerencial. Para tanto, apesar do desenvolvimento do estudo estar correto, os dados estimados durante este trabalho serão refinados para melhor precisão dos resultados.

Portanto, propõe-se às Empresas, que utilizam equipamentos tais como as bombas centrífugas e que estas venham a ser dotadas do sistema de selagem do tipo gaxeta, a substituição deste tipo de sistema de vedação pelo sistema mecânico, visto que a sua economia tanto em termo financeiro como em termo de redução do desperdício de bens não renováveis é viável e mais atrativo, conforme apresentado neste estudo, pois comprova-se que o sistema de selagem mecânica atua diretamente no equilíbrio ambiental e preservação do mesmo, em virtude da redução no desperdício de bens não renováveis, e conseqüentemente, evitando agressões que resultem em impactos irreversíveis e/ou profundos contra os meio ao qual vivemos haja visto, a sua importância para a existência do homem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Alimentos, Água para produzir.** Disponível em: <[http://www.observatoriodosemiarido.org.br/clipping\\_exibe.php?id=5072](http://www.observatoriodosemiarido.org.br/clipping_exibe.php?id=5072)> 2008. Acesso em: 23/10/2008.

**BASSO, L. H. Máquinas hidráulicas.** Disponível em: <[www.fag.edu.br/professores/luizhenrique/HIDR%C1ULICA/Apostila%204%20M%E1quinas%20hidr%E1ulicas.pdf](http://www.fag.edu.br/professores/luizhenrique/HIDR%C1ULICA/Apostila%204%20M%E1quinas%20hidr%E1ulicas.pdf)> 2007. Acesso em 22/05/2008.

**BIANCHINI, D. Circuitos Elétricos: Corrente Contínua.** Disponível: <<http://docentes.puccampinas.edu.br/ceatec/davidb/abertura/CIRCUITOS%20CC/circuitos%20CC002.pdf>> 2008. Acesso em: 23/10/2008

**BRASIL. Águas Subterrâneas - Um recurso a ser conhecido e protegido.** Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Brasília: MMA, 2007.

**BRASIL. 'Empresa X',** Catálogo de Preços. Rio de Janeiro: 2006.

**BRASIL. 'Empresa X',** Catalogo de gaxetas. Rio de Janeiro: 2006.

**BRASIL. 'Empresa X',** Manual de desmontagem de bomba. Rio de Janeiro: 2006.

**CASTRO, W. Quanto vaza um selo mecânico.** Disponível em: <[www.wmf-solutioes.com/download/Vazamento01](http://www.wmf-solutioes.com/download/Vazamento01)> Acesso em: 25/06/2008

CLARO, D. P. **Análise do complexo agroindustrial das flores no Brasil**. Lavras, MG: UFLA, 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CASAROTTO, N.C. & KOPITTKE, B.H. **Análise de Investimentos**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CORTELI, R. **Tecnologia de vedações e selagem mecânica**. 2005. Disponível em: <[www.du-o-lap.com.br/tecnologia\\_de\\_vedacoes\\_selagen\\_mecanica.htm](http://www.du-o-lap.com.br/tecnologia_de_vedacoes_selagen_mecanica.htm)> Acesso em: 01/04/2008.

CORTELI, R. **Selo gaxeta**. Disponível em: <[www.du-o-lap.com.br/selogaxeta .htm](http://www.du-o-lap.com.br/selogaxeta.htm)> 2005 . Acesso em: 01/04/2008.

CORTELI, R. **Selo mecânico**. Disponível em: <[www.du-o-lap.com.br/o selomecanico.htm](http://www.du-o-lap.com.br/o_selomecanico.htm)> 2005 . Acesso em: 01/04/2008

DENÍCULI, W. **Bombas hidráulicas**. Viçosa: UFV/Imprensa Universitária, 1993. 162p.

FERREIRA, L. R. M. **análise de investimento e tomada de decisão em substituição de equipamentos**. Itajubá: v.1, n.1, p. 1-18, Outubro 2001

GIL, A.C. **Pesquisa Social** .5 ed.São Paulo .Atlas.1999

HERNANDEZ, T & PAZ, S. **Água para todos**: 2007. Disponível em: <[www.agroind.com.br/content/view/188/2](http://www.agroind.com.br/content/view/188/2)> Acesso em: 09/04/2008.

OLIVEIRA, F. G.; ALBERTIN, M. R. **Estudo de Caso - Eficiência energética no prédio da Etufor**. Foz do Iguaçu: v.1, n.1, p. 1-8, Outubro 2007. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007\\_TR650480\\_9094.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR650480_9094.pdf)> Acesso em: 22/05/2008

MARSHALL, JR. I. et al. **Gestão da Qualidade**. FGV Editora, São Paulo, 2007.

MATTOS, E. E. **Bombas Industriais**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

SOUZA, A. & CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimento: fundamentos, técnicas e aplicações**: 5ª ed - São Paulo: Atlas,2004.

PESSOA, S. **Otimização hidráulica**. Disponível em: <[www.pivotvalley.com.br/valley/mestre/otimizacaohidraulica](http://www.pivotvalley.com.br/valley/mestre/otimizacaohidraulica)> 2006. Acesso em: 18/05/2008

ZANON, E. **Manutenção de sistema de irrigação e bombeamento**:2007 Disponível <[www.gtacc.com.br/simposio/V\\_simposio/palestras/edson\\_zanon.](http://www.gtacc.com.br/simposio/V_simposio/palestras/edson_zanon.)> 2007. . Acesso em: 22/05/2008