

**HEBER PIMENTEL GOMES**

**EFICIÊNCIA HIDRÁULICA  
E ENERGÉTICA EM  
SANEAMENTO**

**Análise Econômica de Projetos**

**2ª Edição – Revisada e Ampliada**

**Editora Universitária - UFPB  
João Pessoa  
2009**

2ª Edição: 2009 Editora Universitária da UFPB

Capa:  
Gêniton Coutinho Sarmiento

Diagramação:  
Heber Pimentel Gomes  
Saulo de Tarso Marques Bezerra

Impresso no Brasil/Printed in Brazil

G 633 e Gomes, Heber Pimentel

Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: Análise Econômica  
de Projetos.

2ª Edição. 145p.

ISBN:

Heber Pimentel Gomes - João Pessoa

Editora Universitária/UFPB, 2009

1. Saneamento básico 2. Eficiência hidráulica 3. Eficiência energética  
4. Análise econômica

UFPB/BC

CDU 628.1

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1 - Introdução</b>	7
<b>Capítulo 2 - Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento - Oportunidades de Investimento</b>	
2.1 - A Problemática das Perdas	11
2.2 - Medidas Gerais de Combate às Perdas	14
2.2.1 - Energia	14
2.2.2 - Água	16
2.2.3 - Gestão da Demanda	20
2.3 - Oportunidades de Investimento e Fontes de Financiamento	21
2.3.1 - Contrato de Performance	23
2.3.2 - PROCEL SANEAR	23
<b>Capítulo 3 - Matemática Financeira Aplicada à Engenharia Econômica</b>	
3.1 - Juros, Valor Futuro, Valor Presente	25
3.2 - Custos e Receitas Periódicas, Fluxo de Caixa	27
3.2.1 - Introdução	27
3.2.2 - Série Uniforme de Parcelas	29
3.2.3 - Série Crescente de Parcelas	35
3.2.4 - A Inflação nas Séries de Parcelas	42

## **Capítulo 4 - Identificação dos Custos e Benefícios dos Projetos**

4.1 - Alcance do projeto	45
4.2 - Identificação dos Custos	47
4.2.1 - Custos de Investimento	47
4.2.1.1 - Custos de amortização do investimento	48
4.2.1.2 - Depreciação	49
4.2.2 - Custos de Exploração	51
4.2.2.1 - Custos da energia de bombeamento	52
4.3 - Identificação dos Benefícios	58
4.3.1 - Benefícios Diretos	58
4.3.1.1 - Elasticidade	60
4.3.2 - Benefícios Indiretos	61

## **Capítulo 5 - Métodos de Avaliação Econômica de Projetos**

5.1 - Valor Presente Líquido	63
5.2 - Valor Anual Líquido	65
5.3 - Relação Benefício/Custo	66
5.4 - Taxa Interna de Retorno	67
5.5 - Tempo de Retorno do Capital (Payback)	68
5.5.1 - Tempo de Retorno não Descontado	68
5.5.2 - Tempo de Retorno Descontado	68
5.6 - Considerações sobre os Métodos de Avaliação Econômica	69
5.7 - Análise de Sensibilidade	70
5.8 - Critérios Estabelecidos pelos Órgãos Financiadores de Projetos	71

## **Capítulo 6 - Estudos de Caso**

6.1 - Exemplo 6.1	73
6.2 - Exemplo 6.2	82
6.3 - Exemplo 6.3	89
6.4 - Exemplo 6.4	96

## **Capítulo 7 – Projetos de Eficiência Energética**

7.1 – Sistemas Adutores do Prata e de Jucazinho	99
7.2 – Sistema Adutor de Campina Grande	109
7.3 – Sistema de Abastecimento da Cidade de Fundão	116

<b>Apêndice - Índice de Atendimento Urbano de Água, de Micromedição e de Perdas de Faturamento dos Prestadores de Serviço de Saneamento do Brasil</b>	129
<b>Bibliografia</b>	143

# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUÇÃO

De maneira geral, o planejamento e a elaboração de projetos de engenharia devem ser precedidos de estudos de viabilidade técnica, social, ambiental e econômica. Considerando que o projeto é viável, sob o ponto de vista técnico, social e ambiental, é imprescindível a realização de estudos de viabilidade econômica, já que os custos envolvidos nos projetos de engenharia são bastante elevados. Os recursos naturais e financeiros à disposição de novos projetos estão cada vez mais escassos, o que torna imperativa a necessidade de análise das melhores alternativas de projeto, que minimizem os custos de implantação e operação, sem comprometimento dos aspectos técnicos, sociais e ambientais.

Na área de saneamento básico, a necessidade de estudos criteriosos de viabilidade econômica ocorre em, praticamente, todos os projetos, por envolverem somas elevadas de investimentos para suas implantações, como também, custos acentuados de exploração, no que diz respeito às ações de operação e manutenção das instalações físicas.

Os projetos de abastecimento urbano de água e as instalações elevatórias de água e esgoto são exemplos claros de projetos onerosos, que envolvem cifras da ordem de grandeza de milhões de reais e que são imprescindíveis para a sociedade como um todo, por razões óbvias. Nos projetos que envolvem as instalações pressurizadas para distribuição de água e evacuação de águas servidas, os custos de investimento são elevados e os de exploração, que compreendem os gastos de operação e manutenção, são, também, significativos. Em regra geral, os custos de operação e manutenção, dos projetos que envolvem elevatórias de água e esgoto, repercutem mais do que os de implantação das suas instalações. Esta repercussão maior dos custos de operação e manutenção, em relação aos custos de implantação, tem se acentuado nos últimos anos, em virtude dos gastos energéticos, que são cada vez maiores.

Atualmente, no Brasil e no mundo, tem-se reduzido os subsídios dados pelo poder público para a diminuição dos custos dos insumos água e energia, necessários aos projetos da área de saneamento. Esta diminuição dos subsídios,

principalmente nas tarifas de energia elétrica, tem aumentado consideravelmente os custos energéticos nas empresas concessionárias de abastecimento de água. Estes custos, em muitas companhias de saneamento, representam o segundo item das despesas de exploração, ficando atrás apenas dos gastos com mão-de-obra.

Outro problema que afeta sobremaneira as prestadoras de serviços de saneamento básico, no Brasil e no mundo, diz respeito às perdas de água que ocorrem nos sistemas de abastecimento urbano. Este problema tem se agravado ao longo do tempo por vários fatores: envelhecimento das instalações, expansões desordenadas dos sistemas urbanos de abastecimento, ausência de sistemas adequados de medição e problemas de gestão operacional. De acordo com dados do Serviço Nacional de Informação em Saneamento (SNIS, 2005) as perdas de água nos sistemas de abastecimento do Brasil, que compreendem as reais e por consumos não contabilizados, são da ordem de 40%, chegando a alcançar 70% em algumas cidades brasileiras.

As perdas reais de água proporcionam inúmeros prejuízos ao sistema de abastecimento: desperdício de elementos químicos, de energia elétrica, de mão-de-obra, além de afetar a disponibilidade hídrica dos mananciais. Estes prejuízos se traduzem diretamente em gastos desnecessários que oneram mais ainda o custo de produção da água. Por outro lado, as perdas não reais, correspondentes às vazões consumidas e que não são faturadas por problemas de gestão operacional, acarretam, também, prejuízos econômicos significativos às empresas de saneamento.

As ações de combate às perdas de água e energia nos sistemas de abastecimento e de esgotamento sanitário são, atualmente, medidas imprescindíveis e inadiáveis para garantir a sustentação econômica da grande maioria das empresas de saneamento existentes no Brasil e no mundo. Qualquer conjunto de ações a executar em um sistema de saneamento, visando melhorar sua eficiência em termos de redução das perdas de água e energia, necessita de um estudo técnico, ambiental e econômico para verificar sua viabilidade. A viabilidade técnica e ambiental das ações físicas e operacionais, com vistas a melhorar a eficiência dos sistemas no setor de saneamento, é necessária mas não é suficiente. É também necessário que haja um estudo de viabilidade econômica que demonstre que os custos de investimentos e operação, aplicados para melhorar a eficiência do sistema, geram benefícios que podem garantir a sustentabilidade econômica da sua exploração.

Os estudos de viabilidade econômica dos investimentos em projetos de saneamento devem ser enfocados com base nos aspectos financeiros e econômicos dos custos e benefícios envolvidos, assim como nas características peculiares da engenharia dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, principalmente com relação às ações de operação e manutenção.

O presente livro tem como propósito servir de base a estudos de viabilidade econômica de projetos de saneamento, buscando mostrar as metodologias de avaliação econômica aplicadas a estudos de caso de ações de combate ao desperdício de água em sistemas de abastecimento e de energia em estações elevatórias de água e esgoto. Trata-se de uma publicação que tem como principal objetivo servir de instrumento de capacitação dos profissionais das empresas de saneamento na elaboração de estudos de viabilidade econômica de projetos que visam a gestão eficiente de água e energia neste setor.

Os entes diretamente envolvidos nas análises econômicas apresentadas aqui, são as empresas prestadoras de serviço de saneamento. Os benefícios indiretos para a sociedade, advindos dos projetos de eficiência, poderão ser também enfocados levando-se em conta as economias proporcionadas na geração de energia elétrica e no aumento da disponibilidade hídrica para outros fins.

No conteúdo desta bibliografia procurou-se evitar as discussões subjetivas sobre os aspectos financeiros e econômicos, de maneira que o leitor não se sinta intimidado a aprender, de forma direta, a fazer uma análise de viabilidade econômica de projetos de melhora da eficiência dos sistemas de abastecimento de água. O texto apresenta exercícios aplicativos, desde os mais simples e diretos até os mais complexos, que possam servir de roteiro para as Chamadas Públicas de financiamentos de projetos de eficiência energética e de água em saneamento.

A grande maioria dos valores de custos e receitas apresentados nesta publicação estão em unidades monetárias genéricas (\$). Optou-se em não apresentar as grandezas monetárias em reais, ou qualquer outra moeda, para se evitar a defasagem dos preços dos bens e insumos ao longo do tempo.

Esta segunda edição deste livro se diferencia da anterior pela incorporação do Capítulo 7, no qual são apresentados três estudos de casos de projetos reais de eficiência energética com análises de viabilidade econômica. Os projetos foram executados pelas próprias companhias de abastecimento, juntamente com a equipe do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da

Universidade Federal da Paraíba (LENHS UFPB). O LENHS UFPB é o resultado do desenvolvimento de ações integrantes do PROCEL SANEAR da ELETROBRÁS.

A presente edição foi elaborada com apoio da Centrais Elétricas Brasileiras S. A. (ELETROBRÁS), no âmbito do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica para o Setor Saneamento (PROCEL SANEAR - Eficiência Energética no Saneamento Ambiental).

\* \* \*