



Universidade de Brasília – UnB.  
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e  
Ciência da Informação e Documentação – FACE.  
Departamento de Economia.

**MESTRADO EM GESTÃO ECONÔMICA DO MEIO AMBIENTE**

**REÚSO D'ÁGUA: HIATOS ENTRE CUSTOS E  
BENEFÍCIOS FINANCEIROS E ECONÔMICOS**

**ANA TEREZA DO NASCIMENTO COIMBRA ALVERCA**

**BRASÍLIA – DF  
2006**

**ANA TEREZA DO NASCIMENTO COIMBRA ALVERCA**

**REÚSO D'ÁGUA: HIATOS ENTRE CUSTOS E  
BENEFÍCIOS FINANCEIROS E ECONÔMICOS**

Dissertação apresentada como requisito a obtenção do título de Mestre em Economia - Gestão Econômica do Meio Ambiente da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciências da Informação e Documentação (FACE), Centro de Estudos em Economia, Meio Ambiente e Agricultura (CEEMA), Departamento de Economia, Universidade de Brasília (UnB).

**Orientador:** Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira

**BRASÍLIA – DF  
2006**

**ANA TEREZA DO NASCIMENTO COIMBRA ALVERCA**

## **REÚSO D'ÁGUA: HIATOS ENTRE CUSTOS E BENEFÍCIOS FINANCEIROS E ECONÔMICOS**

Dissertação aprovada como requisito para a obtenção do título de **Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente** do Programa de Pós-Graduação em Economia – Departamento de Economia da Universidade de Brasília - UnB, por intermédio do Centro de Estudos em Economia, Meio Ambiente e Agricultura (CEEMA). Comissão Examinadora formada pelos professores:

---

Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira  
Departamento de Economia – UnB

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Denise Imbroisi  
Instituto de Química – UnB

---

Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição  
Centro Integrado de Ordenamento Territorial – CIORD

Brasília - DF, 10 de julho de 2006.

Dedico esta Dissertação a meus queridos filhos:  
Bruno, Moara e Mayra.

## AGRADECIMENTOS

### **Deus, meu guia.**

Ao meu orientador, Professor Doutor Jorge Madeira Nogueira, por me fazer entender o quão vasto é o conhecimento e que vale a pena investir nesta construção em prol, primeiramente, de si mesma. Aprendi a ser mais objetiva nos propósitos e metas. Um professor, no qual guardei muitos de seus ensinamentos. Aqueles que jamais um aluno pode se esquecer, obrigada por tudo;

Ao Professor MSc. Jorge Junior M. Nogueira, pelo seu apoio durante o curso, palavras de incentivo, direcionamentos, um professor centrado no *feedback* do aprendizado. Um grande amigo, obrigada;

A Professora Dr<sup>a</sup>. Denise Imbroisi, aprendi a erguer os olhos adiante e tentar fazer o melhor. Um relevante aprendizado, obrigada;

Ao Professor Dr. Pedro Zuchi, pela oportunidade de começar e suporte para terminar sua disciplina, com seu grande bom humor e flexibilidade, obrigada.

A Waneska Araújo, secretária do Departamento de Economia – UnB, por sua especial atenção e apoio, obrigada.

## RESUMO

O objetivo central desta dissertação é avaliar as causas dos resultados conflitantes de estudos de viabilidade financeira (óptica privada) e de uma perspectiva econômica (óptica social) de Projetos de Reúso da água. Sendo apresentado como hipótese da dissertação que a causa dessa limitada difusão se encontra nos hiatos existentes entre custos e benefícios. Nessa análise algumas perguntas foram respondidas, entre elas: Quais são os potenciais benefícios e justificativas financeiras, econômicas, ambientais e sociais para o reúso de água? Advém à relevância da valoração monetária ser incorporada no cálculo de projetos, para que os agentes do sistema econômico fossem induzidos a efetuar escolhas – sobretudo tecnológicas – (caso do reúso). Desta forma, proporcionando os responsáveis pela política em tomar decisões ótimas sob o ponto de vista econômico e social em utilizar o ferramental ACB, como auxílio na tomada de decisão. Portanto, possíveis de serem comparados a outros projetos pelo ferramental ACB. O fato é que com a adoção do sistema reúso, ao internalizar uma externalidade negativa (poluição ambiental) com o tratamento de esgoto, se constitui diante da análise (ACB), a possível comparação dos custos e dos benefícios associados a este impacto negativo. Em suma, com sua prática, os estudos evidenciaram relevantes alternativas ao potencializar os benefícios advindos pela sua adoção, com vistas à obtenção de equidade distributiva dos benefícios: econômico, social e ambiental. Isso permite concluir que o tratamento do esgoto contribui ao melhoramento da qualidade das águas, e, portanto, do bem-estar social.

**Palavras-Chaves:** Reúso da água; Análise Custo-Benefício (ACB); Custos e Benefícios Financeiros e Econômicos.

## ABSTRACT

The central objective of this dissertation is to evaluate the causes of the conflicting results of studies of financial viability (private point of view) and an economic perspective (social point of view) Projects of Reused Water. As hypothesis of this dissertation we postulate that the cause of limited diffusion of water reuse are gaps between costs and benefits. To evaluate characteristics that influence the economic and financial viability of water reuse is essential in order to analyze the capability of this instrument for the Management of Water Resources. In this analysis some questions were answered, including: What are the potential benefits and justifications financial, economic, environmental and social for the reuse of water? The fact is that with the adoption of the reuse system, to internalized a negative externalities (environmental pollution), proved to be a relevant alternative to enhance social benefits. This indicates that the treatment of sewage contributes to the improvement of water quality, and therefore to social welfare.

**Key Words:** Reused water; Cost-Benefit Analysis (CBA); Costs and Benefits Financial and Economic.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Custos Financeiros envolvidos na implantação da ETE para o tratamento da água de esgotos no Projeto Reúso -----	57
Tabela 4.2 – Custo do painel de comando -----	58
Tabela 4.3 – Custo do quadro comando de uma Estação de Tratamento de Esgoto com elevatórias -----	59
Tabela 4.4 – Custo do equipamento ultravioleta -----	59
Tabela 4.5 – Custo do aparelho de desinfecção por ultravioleta -----	60
Tabela 4.6 – Custos das análises laboratoriais - Objeto de Análise: Poço semi-artesiano -----	61
Tabela 4.7 – Custo das análises das águas provenientes de poços artesianos	61
Tabela 4.8 – Custos de análise de água residuária proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto -----	62
Tabela 4.9 – Custo dos parâmetros sobre a qualidade bacteriológica da água	63
Tabela 4.10 – Custo de Bombas com Módulo Lógico -----	63
Tabela 4.11 – Custo controlador industrial -----	64
Tabela 4.12 – Custo instalação elétrica -----	64
Tabela 4.13 – Custo chave bóia -----	65
Tabela 4.14 – Custo purificador de líquido modelo in line 20 -----	65
Tabela 4.15 – Custo da Bomba Centrífuga Submersível -----	66
Tabela 4.16 – Custo Aerador Submersível -----	67
Tabela 4.17 – Custo de Bombas Centrífugas -----	67
Tabela 4.18 – Custo Motos Bomba Submersível Flygt -----	67
Tabela 4.19 – Conjunto Moto Bomba Submersível -----	68
Tabela 4.20 – Custo Válvula Wouter Eurovalve -----	69
Tabela 4.21 – Válvula Niágara -----	69
Tabela 4.22 – Custo Válvula Borboleta -----	70
Tabela 4.23 – Custo Válvula Borboleta Tipo Wafer -----	70
Tabela 4.24 – Desconto de Benefícios e Custos em Dólares -----	75
Tabela 4.25 – Relação dos benefícios e custos descontados em dólares -----	76
Tabela 4.26 – Variação do VPL às diferentes taxas de desconto (2% , 5% e 10%) -----	79



Tabela 5.1 – Faixa residencial popular por Volume e Alíquota -----	82
Tabela 5.2 – Consumo faturado de água de um Condomínio Residencial -----	83

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Tipos de Reúso, segundo a OMS (1973) -----	19
Quadro 2.2 – Terminologias para os diferentes tipos de Reúso -----	20
Quadro 2.3 – Reúso de água não potável em diferentes aplicabilidades, objetivos e utilizações -----	22
Quadro 2.4 – Número de estados americanos que possuem regulamentação ou diretrizes, de acordo com o tipo de reúso previsto -----	27
Quadro 2.5 – Diretrizes Microbiológicas recomendadas de esgotos na agricultura (*) -----	29
Quadro 2.6 – Experiência Internacional com o Reúso de água para fins não potáveis em diferentes aplicabilidades -----	31
Quadro 4.1 – Classificação de projetos -----	50
Quadro 5.1 – Impactos do projeto positivos e negativos correspondendo aos aspectos: Físicos, Bióticos e Antrópicos -----	89
Quadro 5.2 – Impactos economicamente relevantes, positivos (benefícios) e negativos (custos) -----	93
Quadro 5.3 – Apresentação da quantificação física dos impactos positivos (benefícios) -----	94
Quadro 5.4 – Apresentação da quantificação física dos impactos negativos (custos) -----	95

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 – Nível ótimo da Poluição -----	36
Gráfico 3.2 – Curvas de custo-benefício -----	41
Gráfico 3.3 – Diferenças entre as curvas de custo-benefício -----	42
Gráfico 3.4 – Taxa interna de retorno (TIR) dos projetos: B, C e F -----	45
Gráfico 3.5 – Valor Presente Líquido (VPL) positivo, de um Projeto Hipotético -	47
Gráfico 3.6 – Valor Presente Líquido (VPL), de três projetos (B, C e F) -----	48

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACB -----	Análise Custo-Benefício
APA -----	Área de Proteção Ambiental
B/C -----	Benefício/Custo
CAESB -----	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CETESB -----	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CME -----	Custo Marginal Externo
CONAMA -----	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CWD -----	Califórnia Water Code
DAP -----	Disposição a Pagar
DBO -----	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ECO -----	Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
EEE -----	Estação Elevatória de Esgotos
EPA -----	Environmental Protection Agency
ETE -----	Estação de Tratamento de Esgoto
FAPESP -----	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
LAB -----	Lodos Ativados por Batelada
OCDE -----	Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico
OMS -----	Organização Mundial da Saúde
ONU -----	Organização das Nações Unidas
OPAS -----	Organização Pan-Americana da Saúde
PNRH -----	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSA -----	Política Nacional de Saneamento
PNUMA -----	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RBC -----	Relação Benefício-Custo
SRH -----	Secretaria de Recursos Hídricos
TBES -----	Teoria do Bem-Estar Social
TIR -----	Taxa Interna de Retorno
TMA -----	Taxa de Mínima Atratividade

UNESCO -----	Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e Cultura
USEPA -----	U.S. Environmental Protection Agency
UV -----	Ultravioleta
VA -----	Valor Atual
VAU -----	Valor Atual de Uso
VAUE -----	Valor Anual Uniforme
VE -----	Valor de Existência
VET -----	Valor Econômico Total
VP -----	Valor de Opção
VPL -----	Valor Presente Líquido
VTU -----	Valor Atual do Usuário
VU -----	Valor de Uso

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO -----	15
1.1 Métodos e Procedimentos -----	17
2 REÚSO: TIPOS, RELEVÂNCIA E LIMITES -----	19
2.1 Reúso: Tipos e Definições -----	19
2.2 Relevância do Reúso -----	23
2.3 Princípios, critérios, padrões, códigos de prática e diretrizes para o reúso -----	25
2.4 Aspectos Institucionais para o Reúso -----	30
2.5 A influência religiosa e sócio-cultural ao uso de excreta como fertilizante	31
2.6 Experiência Internacional com o Reúso de Água para fins não potáveis em diferentes aplicabilidades -----	31
3 ASPECTOS ECONÔMICOS DO REÚSO D'ÁGUA -----	34
3.1 As Motivações Econômicas de Reusar Água -----	34
3.2 Ineficiência dos Mercados: as externalidades -----	34
3.3 Custos e Benefícios Privados e Sociais: diferenças de viabilidade -----	37
3.4 Análise Custo-Benefício (ACB): instrumento de comparação -----	40
4 ACB PROJETO REÚSO: UMA ANÁLISE PRIVADA -----	49
4.1 Análise Privada e Análise Social -----	49
4.2 Classificação de Projetos segundo a ótica de avaliação -----	50
4.3 Perfil do Projeto Reúso: uma análise Custo Benefício sob a ótica privada -----	53
4.4 Os custos Privados ou Financeiros do Projeto Reúso -----	54
4.4.1 Especificidades dos custos: Projeto Reúso -----	58
4.5 Ganhos (Benefícios) Privados ou Financeiros do Projeto -----	70
4.6 Descontos do Fluxo de Benefícios e Custos -----	75
4.7 Aplicação do teste de Valor Presente Líquido (VPL) -----	76
4.8 Análise de sensibilidade -----	78
5 HIATOS ENTRE CUSTOS E BENEFÍCIOS SOCIAIS E PRIVADOS -----	82
5.1 Custos Sociais -----	82
5.2 Benefícios Sociais -----	84

5.3	Hiatos entre Custos e Benefícios Sociais e Privados -----	86
5.4	Considerações sobre a Análise Custo Benefício -----	87
5.4.1	Definição do projeto -----	88
5.4.2	Identificação dos impactos do projeto -----	89
5.4.3	Impactos economicamente relevantes -----	91
5.4.4	Quantificação física dos impactos relevantes -----	93
5.4.5	Quantificação física dos impactos positivos (benefícios) -----	94
5.4.6	Quantificação física dos impactos negativos (custos) -----	94
5.5	Valoração monetária dos efeitos relevantes -----	96
6	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS -----	98
6.1	Considerações gerais -----	98
6.2	Considerações finais -----	98
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	102
	ANEXOS -----	108

## 1 INTRODUÇÃO

O objetivo geral desta dissertação é avaliar as causas dos resultados conflitantes de estudos de viabilidade financeira e econômica de projetos de reúso da água. Apesar de sempre defendido por especialistas, projetos para a introdução de procedimentos para se usar o mesmo litro d'água mais de uma vez são ainda pouco difundidos. É hipótese da presente dissertação que a causa dessa limitada difusão encontra-se nos hiatos existentes entre custos e benefícios, quando estimados de uma perspectiva financeira (privada) e quando estimados de uma perspectiva econômica (social).

A elaboração do presente estudo fornece um enfoque sobre a prática do reúso pouco explorado por pesquisadores: o enfoque econômico-financeiro. Está é a lacuna que se pretende preencher. Apesar da prática do reúso da água ainda ser incipiente, principalmente no Brasil, avaliações sobre a sua viabilidade técnica são crescentes, enquanto que, as de viabilidade econômico-financeira são inexistentes. Como serão destacados nas seqüências dos Capítulos, os estudos existentes estão ainda em estágio embrionário.

O reúso de águas residuária<sup>1</sup> por antigas civilizações possui registros na história. As primeiras iniciativas estavam associadas com as construções dos sistemas de esgotamento dos palácios e das cidades antigas da Civilização Minóica, na Ilha de Creta, na Grécia Antiga, de 3000 a 1200 a.C. (LIEBMANN & MEURE, 1979). Portanto, o percurso pela história do reúso data desde os tempos remotos. Há registros mais recentes do século XIX em Londres, onde práticas do reúso da água confundiam-se com possíveis danos ocasionados pelo seu uso inadequado. A cidade viu-se envolvida por epidemias de doenças veiculadas pela água<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Águas residuárias (Wastewater) - É o despejo líquido descarregado nos coletores de esgotos e que tem como origem as residências, os estabelecimentos comerciais e as indústrias. (MANCUSO e SANTOS, 2003, p. 555).

<sup>2</sup> Por esses motivos foram implementadas algumas soluções, por exemplo: aquedutos e reservatórios, re-locação da retirada de água a montante e descargas de águas residuárias a jusante (caso de Londres), e a progressiva introdução da filtração de água durante os anos de 1850 a 1860. (FELIZATTO, 2000).



Já no início do século XX, surgiram programas de reúso planejado<sup>3</sup> de águas residuárias nos Estados Unidos. O Estado da Califórnia foi o pioneiro em promover regulamentos para recuperação e reúso de águas residuárias, que datam de 1918. Segundo Asano e Levine (1996), em 1940 teve início o reúso dos efluentes de águas residuárias tratadas e cloradas em siderúrgicas. E em 1960, surge o desenvolvimento de sistemas de reúso público urbano no Colorado e na Flórida.

Em 1970, a Califórnia Water Code (CWD), lei que regulamenta o saneamento básico do estado da Califórnia declarou que: “É a intenção da legislatura que o Estado empreenda todos os possíveis passos para encorajar o desenvolvimento de instalações na recuperação da água de forma que, está esteja disponível e ajude a satisfazer as exigências crescentes da demanda de água do Estado” (Emenda de 1988 do CWD). Desta forma, o reúso da água passou a angariar espaço no planejamento eficiente dos recursos hídricos.

O reúso no Brasil é atividade recente, na verdade o país não tem muitos exemplos práticos neste assunto, pode-se dizer que as maiorias dos projetos são realizadas em Universidades. Um momento marcante foi o do Frigorífico Marba Ltda., que a partir da Resolução CONAMA<sup>4</sup> nº. 20 de 1986, viu-se obrigado a estudar uma maneira para tratar os seus dejetos industriais gerados, tanto na produção dos alimentos, como dos efluentes sanitários. Isto foi o embrião de um projeto pioneiro de reúso da água.

Existem várias indicações de que o século XXI contempla o reúso como um instrumento relevante para a gestão dos recursos hídricos. Em suma, com sua prática poderá reduzir a pressão sobre os mananciais de abastecimento reduzindo a demanda pela água potável por uma água de qualidade inferior. Entretanto, diante da escassez e do comprometimento da qualidade da água nas diversas localidades, o reúso pode ser um instrumento para se atingir metas de racionalização do uso da água. (HESPANHOL, 2001).

---

<sup>3</sup> Reúso planejado de água ou denominado “reúso intencional da água” - ocorre quando o reúso é resultante de uma ação humana consciente, adiante do ponto de descarga do efluente a ser usado de forma direta ou indireta. Lavrador Filho (1987) *apud* Mancuso e Santos (2003).

<sup>4</sup> CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que impunha limites máximos para missão de efluentes nos corpos hídricos superficiais e fiscalizados pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (São Paulo).

## 1.1 Métodos e Procedimentos

Analisar as características que influenciam a viabilidade financeira e econômica do reúso da água é essencial para que se possa avaliar a efetiva capacidade desse instrumento de gestão dos recursos hídricos. Nesta análise diversas perguntas podem ser respondidas, com destaque para quais são os potenciais benefícios e justificativas financeiras, econômicas, ambientais e sociais para o reúso da água? Para responder essa pergunta é importante saber que o reúso de água permeia questões econômicas, legais e institucionais do gerenciamento dos recursos hídricos, saneamento ambiental, proteção à saúde pública e ao meio ambiente.

Esta abrangência e a limitada tradição de estudos econômicos sobre reúso recomendavam cautela no desenvolvimento desta Dissertação. Por isso, inicia-se as atividades de pesquisa com uma consulta abrangente à literatura técnica sobre reúso da água. Foram analisadas as contribuições advindas de publicações técnicas especializadas em reúso, além de trabalhos científicos publicados em periódicos. Também utilizamos ensaios, livros, dissertações, teses, assim como material da rede eletrônica (internet). O resultado destas atividades está apresentado de maneira coerente e consistente no próximo Capítulo (Capítulo II).

A cautela foi ainda maior na segunda etapa do desenvolvimento da pesquisa que deu origem a esta dissertação: a moldura conceitual que permite desenvolver uma avaliação econômico-financeira. Por tratar-se de uma pesquisa acadêmica, é essencial que ela seja analítica e não apenas descritiva. Para que possa ser analítica, é necessário explicitar os conceitos que conduzem as avaliações realizadas. Todos esses conceitos estão organizados no Capítulo III, desenvolvido por meio de uma cuidadosa revisão da literatura técnica relevante.

Inicia-se com uma breve apresentação da Teoria do Bem-Estar Social (TBES) que emoldura avaliações econômicas de projetos. A chamada Análise Custo-Benefício (ACB), tão propalada pelos economistas, também foi brevemente discutida no início do Capítulo III. Ainda em relação ao Capítulo III, foram tratados os custos e os benefícios que, teoricamente, podem ser obtidos de um projeto de reúso da água. Como são usuais, eles são apresentados de uma perspectiva privada (ou financeira) e de uma perspectiva econômica (ou social). Nesta última, a ênfase é dada àqueles

custos e benefícios relacionados com o meio ambiente, principal preocupação deste estudo.

Um estudo de caso de Projeto Reúso de Água efetivamente implantado compõe o Capítulo IV. Trata-se do Projeto de Reúso da Água em Empreendimento do Setor de Postos e Motéis Norte (Complexo Flamingo), localizado no interior de uma Área de Proteção Ambiental, APA do Lago Paranoá; SPM/NORTE – Lote 04 EPIA – Lago Norte – Brasília, Distrito Federal. Por meio deste Projeto podemos destacar as dimensões monetárias dos custos e benefícios envolvidos. Os custos e benefícios financeiros (privados) recebem um tratamento mais detalhado, devido à disponibilidade de dados.

As avaliações de custos e benefícios econômicos (sociais) são indicadas e não necessariamente calculadas monetariamente. Não estimar monetariamente estes custos e benefícios é uma clara limitação do presente estudo. Não obstante, indicar os procedimentos necessários para estimá-los e avaliar qualitativamente como eles podem alterar os resultados de uma avaliação privada são contribuições relevantes e indicam caminhos de pesquisa futura para estudiosos interessados no tema. As contribuições dessa Dissertação são enfatizadas no Capítulo de conclusão.

## 2 REÚSO: TIPOS, RELEVÂNCIA E LIMITES

### 2.1 Reúso: Tipos e Definições

O reúso da água é usualmente definido como o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Ele pode ocorrer de forma indireta ou direta, por meio de ações planejadas ou não. Isso faz surgir diferentes tipos de reúso que estão resumidos no Quadro 2.1, baseado em critérios definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no ano de 1973.

Quadro 2.1 Tipos de Reúso, segundo a OMS (1973).

<b>Tipos de reúso</b>	<b>Conceitos</b>
Reúso indireto	Ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída.
Reúso direto	É o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável.
Reciclagem interna	É o reúso da água internamente a instalações industriais tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

Fonte: OMS (1973).

Contudo, no Quadro 2.1 mencionam as finalidades potenciais de cada tipo de reúso. Fica evidente que elas objetivam além da economia de água, o controle da poluição. No entanto, a classificação proposta pela OMS não consegue abranger todos os tipos existentes. Para um maior detalhamento e buscando uma uniformização de linguagem, Lavrador *apud* Mancuso e Santos (2003), sugere para os diferentes tipos de reúso as terminologias apresentadas no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 Terminologias para os diferentes tipos de Reúso

<b>Tipos de Reúso</b>	<b>Conceitos</b>
Reúso de água	É definida como o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser direto ou indireto, bem como decorrer de ações planejadas ou não planejadas.
Reúso indireto não planejado de água	Ocorre quando a água, já utilizada uma ou mais vezes em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Nesse caso, o reúso da água é um subproduto não intencional da descarga de montante. Após sua descarga no meio ambiente, o efluente será diluído e sujeito aos processos como autodepuração, sedimentação, entre outros, além de eventuais misturas com outros despejos advindos de diferentes atividades humanas.
Reúso planejado de água	Ocorre quando o reúso é resultado de uma ação humana consciente, adiante do ponto de descarga do efluente a ser usado de forma direta ou indireta. O reúso planejado das águas pressupõe a existência de um sistema de tratamento de efluentes que atenda aos padrões de qualidade requeridos pelo novo uso que se deseja fazer da água. O reúso planejado também pode ser denominado “reúso intencional da água”.
Reúso indireto planejado de água	Ocorre quando os efluentes, depois de convenientemente tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos d'água superficiais ou subterrâneos, para serem utilizados a jusante em sua forma diluída e de maneira controlada, no intuito de algum uso benéfico.
Reúso direto planejado de água	Ocorre quando os efluentes, após devidamente tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reúso. Assim sofrem em seu percurso os tratamentos adicionais e armazenamentos necessários, mas não são, em momento algum, descarregado no meio ambiente.
Reciclagem de água	É o reúso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, para servir como fonte suplementar de abastecimento do uso original. É um caso particular do reúso direto.

Fonte: Lavrador Filho (1987).

A relevância dos itens do Quadro 2.2 consiste no conhecimento de cada tipo de reúso, bem como do processo que os envolve em relação ao meio ambiente e às atividades humanas. Para que isso seja possível é essencial atender aos padrões de qualidade requeridos pelo novo uso, principalmente para que seja evitado qualquer

dano à saúde humana. Existem, porém, situações em que o reúso de água é não potável. Essas situações podem gerar diferentes aplicabilidades, utilizações e objetivos em diferentes culturas apresentadas no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 Reúso de água não potável em diferentes aplicabilidades, objetivos e utilizações.

Diferentes aplicabilidades de Reúso	Objetivos	Utilizações
Agrícolas	Embora, quando se pratica essa modalidade de reúso, via de regra reúso, como subproduto, recarga do lençol subterrâneo, seu objetivo é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais etc., e plantas não alimentícias, tais como pastagens e forrações, além de ser aplicável para dessedentação de animais.	Apresentados em dois grupos, sendo o primeiro grupo: plantas não comestíveis: silvicultura, pastagens, fibras e sementes. E o segundo grupo: são consideradas as plantas consumidas cozidas e as plantas consumidas cruas.
Industriais	Abrangem os usos industriais de refrigeração, águas de processo para utilização em caldeiras etc.	Refere-se na maioria das vezes aos esgotos municipais, que são tratados para serem dispostos no meio ambiental até níveis compatíveis com a legislação local. O reúso de água para fins industriais consiste na utilização industrial desse efluente, em vez de sua disposição no meio ambiente.
Recreacionais	Classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais etc.	É reservada ao reúso direto de água para abastecimento de corpos de água superficiais como lagos, reservatórios e rios usados para fins recreacionais, além de usos em paisagismo, como irrigação de jardins e parques públicos, lagoas ornamentais, e também na rega de campos esportivos.
Domésticos	São considerados os casos de reúso de água para regar jardins residenciais, para: descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios.	São destinadas para o uso de descargas sanitárias, irrigações de jardins etc. Alguns usos requerem distribuição em caminhões, como lavagem de ruas, por exemplo, enquanto, para outros, são necessários sistemas separados de distribuição o que a literatura designa como sistemas duplos. Os sistemas duplos são usados como prevenção contra a possibilidade de uso dessa água para outros fins embora se recomende que esse tipo de água deva ter qualidade que não represente perigo à saúde.
Para manutenção de vazões	A manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.	Trata-se da utilização de efluentes tratados com o objetivo de manter uma dada vazão num curso de água para diluir as cargas poluidoras a ele aportadas, além de também possibilitar a manutenção de vazões mínimas em épocas de estiagem.
Aqüicultura	Consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados.	Seu desenvolvimento se deu inicialmente como técnica complementar ao tratamento de esgotos, principalmente por meio de utilização de plantas aquáticas como o aguapé. Posteriormente, a idéia de utilização de peixes para tal fim foi adotada principalmente com o objetivo de produção de proteínas.
Recarga de aquíferos subterrâneos	É a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta, pela injeção sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante.	

Fonte: Adaptado de Westerhoff (1984).

Os objetivos apresentados no Quadro 2.3 apresentam a prática do reúso contempladas pelos usos múltiplos da água, sejam em irrigação, usos de refrigeração, esportes, parques, descargas sanitárias, dessedentação de animais, diluição de cargas poluidoras, produção de peixes, plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos, utilizando os nutrientes presentes nos efluentes tratados e descargas de efluentes tratadas a montante.

Logo, entendem-se a relevância e potencial do reúso nos mais diversificados quesitos apresentados. Desta forma, os amplos benefícios decorrentes desta prática atingem os usuários de recursos hídricos, nas quais, podem angariar ganhos no abastecimento decorrentes da sua efetiva implantação nos mais diversificados setores.

## **2.2 Relevância do Reúso**

O reúso da água adquire uma particular relevância que, segundo Hespanhol (2001), foi citada na Agenda 21. Esta recomendou aos países participantes da Eco/Rio a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção de saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas. O reúso de água é relevante na estrutura de gestão, preparação de legislação, disseminação de informações e do desenvolvimento de tecnologias compatíveis com as condições técnicas, culturais e sócio-econômicas. Significa liberar os recursos hídricos disponíveis para utilização em outros usos onde há maior exigência de qualidade, tais como o abastecimento humano.

Há que se mencionar, que nas regiões áridas e semi-áridas, a água tornou-se um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. O fenômeno da escassez não é exclusivo dessas regiões, pois, em muitas delas com recursos hídricos abundantes são, entretanto, insuficientes para atender as elevadas demandas. Elas também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo (MANCUSO e SANTOS, 2003).

Desta forma, afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida, esta condição tem levado a busca de recursos hídricos complementares de bacias vizinhas. Assim, como conseqüência obtém-se elevados custos, além dos problemas legais e político-institucionais associados.



Existe uma preocupação nos cenários mundial e nacional, atribuída aos problemas de escassez hídrica. Segundo Silva (1996), dois fatores refletem essa realidade: os naturais e os antrópicos. Os naturais são resultantes das condições climáticas como as prolongadas secas, tipos de solos e ausência de vegetação. Os fatores antrópicos são devidos aos usos múltiplos e intensivos da água, na qual, são requeridos como captação para abastecimento, produção de energia, diluição de esgotos (industriais e domésticos), lazer, navegação, pesca, entre outros.

Sob a ótica de Spirn (1995), incluem procedimentos inadequados do uso da água, como por exemplo: lançamento de efluentes urbanos e industriais nas águas superficiais e desperdícios nos sistemas públicos (vazamentos). Ainda como decorrência dos aspectos econômicos, climáticos e geográficos que perfazem um leque de fatores que coadunam diante deste crítico cenário.

Vale ressaltar que é uma problemática a degradação dos corpos hídricos como resultado dos processos de desenvolvimento, nos diversos setores que requerem seu uso, em diferentes aplicabilidades. É necessário à conservação dos corpos hídricos, preservarem sua qualidade, quantidade e uso racional da água (LANNA, 2000).

Logo, entende-se que o conceito de "substituição de fontes", mostra-se como uma relevante alternativa para satisfazer as demandas menos restritivas, na qual, reservam-se as águas de melhor qualidade para usos mais nobres. Contudo, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (1985) estabeleceu uma Política de Gestão para áreas carentes de Recursos Hídricos, este por sua vez menciona que: "a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior". As águas de qualidade inferior, tais como: esgoto, água de drenagem agrícola e águas salobras, devem quando possível, serem consideradas como fontes alternativas para usos menos nobres.

Diversos países já utilizam o reúso e possuem regulamentação específica na temática. Destacamos que a Organização Mundial de Saúde (WHO) estabeleceu em 1990, diretrizes sanitárias para o uso de efluentes urbanos em irrigação, tendo em vista a expansão que essa atividade vem ocorrendo em diversos países. O fato é que milhões de pessoas, particularmente na Ásia, dependem do reúso para tratamento de suas excretas e para provisão de comidas por meio da agricultura e aqüicultura (EDWARDS, 1992).

### 2.3 Princípios, critérios, padrões, códigos de prática e diretrizes para o reúso

Os princípios mencionados são sobre a regulamentação do reúso, na qual, se destacam os seguintes:

- ❖ Proteção ao meio ambiente;
- ❖ Proteção à saúde pública;
- ❖ Racionalização do uso da água;
- ❖ Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais<sup>5</sup>;
- ❖ Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- ❖ Educação ambiental, objetivando a capacitação para a participação na defesa do meio ambiente; e
- ❖ A intersetorialidade, compreendendo a integração das ações de saneamento entre si e com as demais políticas públicas, em especial com as da saúde, meio ambiente, recursos hídricos, desenvolvimento urbano e rural, habitação e desenvolvimento regional<sup>6</sup>.

Contudo, devendo ser fundamentada nos seguintes aspectos:

- ❖ A não ser que haja grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deverá ser utilizada em atividades que tolerem águas de qualidade inferior<sup>7</sup>;
- ❖ A água é um recurso natural limitado dotado de valor econômico<sup>8</sup>;
- ❖ A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo da água<sup>9</sup>; e
- ❖ A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades<sup>10</sup>.

---

<sup>5</sup> Refere-se à Lei nº 6938/81 – Política Nacional de Meio Ambiente.

<sup>6</sup> Do Anteprojeto de Lei que institui a Política Nacional de Saneamento (PNSA).

<sup>7</sup> Conselho Econômico e Social da Organização das Nações Unidas (ONU).

<sup>8</sup> Da Lei 9.733/97 – Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)

<sup>9</sup> Conselho Econômico e Social da Organização das Nações Unidas (ONU).

<sup>10</sup> Conselho Econômico e Social da Organização das Nações Unidas (ONU).

É preciso salientar que os primeiros padrões para o sistema de reúso foram adotados no Estado da Califórnia em 1918, para o uso em irrigação agrícola. Em função da experiência e das pesquisas realizadas, foram adquiridos conhecimentos das questões relativas às tecnologias de tratamento e de proteção à saúde pública (CROOK, 1998).

Além disto, existe um documento que apresenta os padrões de qualidade para as águas de reúso (Tunisian Standard), bem como uma lista de culturas para sua implementação e especificações que visem à proteção dos grupos de risco (trabalhadores, consumidores, vizinhança, etc.). Segundo Bahri (1998), os ministérios: do Meio Ambiente, Agricultura, Economia, Interior e da Saúde Pública estão somando esforços para a efetiva implementação deste Decreto.

Segundo Metcalf e Eddy (2004), que no ano de 2000, o Estado da Califórnia revisou o Water Recycling Criteria (do Código de Regulamentos da Califórnia, Título 22, Divisão quatro, Capítulo três), apresentando os usos e possibilidades de aplicação do reúso em função do tratamento previsto para os efluentes. O fato é que na medida em que a água de reúso passou a ser concebida como parte integrante dos recursos hídricos, foi atribuída a outros Estados seguindo o exemplo da Califórnia, na qual, criaram suas próprias regulamentações.

Vale ressaltar que os critérios variam entre os Estados, no qual, criaram seus próprios regulamentos. No entanto, outros não possuem qualquer diretriz que reportem diretamente o sistema de reúso. Segundo Crook (1998), em nenhum deles há registro em regulamentos dos potenciais usos das águas de reúso e poucos apresentam regulamentação para o uso potável.

Considerando que em 2004 a USEPA<sup>11</sup>, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos revisou a publicação de 1992, na qual, propicia um direcionamento aos Estados que não possuíam regulamentação. Houve uma compilação de dados referentes às legislações dos diferentes Estados. No Quadro 2.4, é apresentado o número de estados americanos que possuem regulamentação ou diretrizes, de acordo com o tipo de reúso previsto.

---

<sup>11</sup> USEPA: U.S Environmental Protection Agency.

Quadro 2.4 Número de estados americanos que possuem regulamentação ou diretrizes, de acordo com o tipo de reuso previsto.

<b>Tipos de Reuso</b>	<b>Número de estados</b>
Urbano irrestrito	28
Irrigação	28
Descargas em toaletes	10
Reserva de incêndio	9
Construção	9
Áreas de proteção ambiental	11
Limpeza de ruas	6
Urbano restrito	34
Agricultura (cultivo de alimentos)	21
Agricultura (cultivo de “não alimentos”)	40
Recreacional irrestrito	7
Recreacional restrito	9
Ambiental (Wetlands)	3
Industrial	9
Recarga de aquífero (não potável)	5
Potável indireto	5

Fonte: USEPA, (2004).

Analisando o Quadro 2.4, observa-se que na agricultura dentre os demais tipos de reuso é o que se abrange maior número de estados americanos, seguido pelo uso urbano e irrigação.

Há, portanto, um fato relevante que abarca o tema reuso, certamente, pelas contínuas pesquisas houve aprimoramentos de tecnologias nos quesitos: físicos, químicos e biológicos no processamento de água e águas residuárias durante o início do século XX. Nos Estados Unidos, um evento marcou em 1971 a aprovação pelo Congresso do Federal Water Pollution Control Act (PL 92-500 *apud* Asano e Levine; 1996), cujo objetivo era “... restaurar e manter as integridades físicas, químicas e biológicas das águas da Nação”, sendo a meta principal a descarga zero de poluentes em águas de corpos receptores, utilizados para recreação, pesca e navegação.

Outro enfoque, a nível operacional, são as ações regulatórias aplicadas através de diretrizes, normas ou padrões e códigos de prática. Em 1918, o Departamento de Saúde Pública do Estado da Califórnia (Califórnia State Department of Public Health, 1968), estabeleceu os critérios e diretrizes básicas para a aplicação de esgotos tratados em solos agrícolas. Por meio de diversas revisões

efetuadas ao longo dos anos, essa legislação estadual tornou-se uma das mais completas e abrangentes entre as que são utilizadas atualmente (HESPANHOL & PROST, 1994).

Por outro lado, os Interesses econômicos, bem como, as características sócio-culturais, práticas higiênicas, conscientização da sociedade, sensibilidades públicas, e desenvolvimento tecnológico são relevantes como evidências científicas no estabelecimento de mecanismos legais e regulatórios. Ao que se refere principalmente à proteção da saúde pública. (HESPANHOL *apud* MANCUSO e SANTOS 2003:100).

Em suma, para a criação e implementação de regulamentos é necessário estabelecer limites associados a determinadas práticas. Neste sentido, visando minimizar efeitos detrimenais sem que os benefícios inerentes sejam afetados. Entretanto, estes limites não possuem valor absoluto e nem podem ser estabelecidos de forma definitiva, variam em razão do desenvolvimento científico e tecnológico, condições e restrições de ordem econômicas, e em associação a alterações de tendências de aceitação ou rejeição de práticas, que afetam os valores culturais da sociedade (HESPANHOL & PROST, 1994).

Pode-se afirmar que, uma das múltiplas funções da Organização Mundial da Saúde no atendimento de seus objetivos é a de “propor... regulamentações e fazer recomendações relativas a temas internacionais de saúde pública...”. (WHO, 1990). Fica claro, então, que as Diretrizes produzidas dentro dessa função normativa têm a finalidade de proporcionar informações e orientações às autoridades governamentais, para a tomada de decisões. Associadas à gestão de riscos relativa à proteção da saúde pública e a preservação do meio ambiente (WHO, 1987).

Assim sendo, os padrões devem ser estabelecidos, promulgados e aplicados por autoridades nacionais competentes, por meio da adoção de um critério de risco benefício. Os Padrões são instrumentos legais promulgados em cada país pela adaptação das diretrizes às prioridades nacionais. Apóia-se nas condições: ambientais, econômicas, culturais, sociais, tecnológicas e em seus fatores políticos e institucionais. Logo, podem ser substituídos ou alterados, sempre que novas evidências científicas ou inovações tecnológicas se tornem disponíveis, ou em obediência à evolução de interesses a tendências nacionais (HESPANHOL *Apud* MANCUSO e SANTOS 2003, p. 101).

Segundo a Diretriz da Organização Mundial de Saúde para água potável (WHO, 1990), por exemplo, menciona que:

No desenvolvimento de padrões nacionais para a água potável, baseado nessas diretrizes, é necessário levar em conta uma multiplicidade de fatores e aspectos geográficos, socioeconômicos, dietários e industriais que reflitam as condições locais. Essas considerações podem levar ao desenvolvimento de padrões nacionais que diferem substancialmente dos parâmetros e valores numéricos contidos nessas diretrizes.

Não obstante, no Quadro 2.5 se apresentam as Diretrizes Microbiológicas de Esgotos na Agricultura.

Quadro 2.5 Diretrizes Microbiológicas recomendadas de esgotos na agricultura (\*)

Categorias	Condições de reúso	Grupos de risco	Nematodos intestinais <sup>(1)</sup> (Nº ovos/litro) <sup>(2)</sup>	Coliformes fecais (Nº/100ml) <sup>(3)</sup>	Sistema de tratamento recomendado para atingir a qualidade microbiológica
A	Irrigação de culturas a serem ingeridas cruas, campos esportivos, parques públicos <sup>(4)</sup> .	Operários, Consumidores, público	# 1	# 1.000	Lagoas de estabilização em série ou tratamento equivalente
B	Irrigação de cereais, culturas industriais, forragem, pastos e árvores <sup>(5)</sup>	Operários	# 1	n.a	Retenção em lagoas de estabilização por 8 a 10 dias ou remoção equivalente de helmintos e coliformes fecais
C	Irrigação localizada de culturas da categoria B, se não ocorrer exposição de trabalhadores e do público.	Nenhum	n.a.	n.a.	Pré-tratamento requerido pela técnica de irrigação aplicada, mas não menos do que tratamento primário

Fonte: Hespagnol, (2001).

(\*) Em casos específicos, fatores epidemiológicos, socioculturais ou ambientais devem ser levados em consideração e essas diretrizes modificadas de acordo.

(1)- *Ascaris*, *Trichuris*, *Necator americans* e *Ancilostomus duodenalis*

(2)- Média aritmética durante o período de irrigação

(3)- Média geométrica durante o período de irrigação

(4)- Um valor de diretriz mais restritivo (200 coliformes fecais por 100 ml) é apropriado para gramados públicos, tais como os de hotéis, com os quais o público tenha contato direto.

(5)- No caso de árvores frutíferas, a irrigação deve cessar duas semanas antes dos frutos serem colhidos, e frutos não devem ser colhidos do chão. Irrigação por sistemas de aspersores não deve ser utilizada.

Conforme demonstrado no Quadro 2.5 as diretrizes são requisitos prioritários para o reúso. Não podem ser ministradas sem levar em consideração os fatores

epidemiológicos, socioculturais ou ambientais, bem como a qualidade microbiológica incorporada por categorias de esgotos na agricultura.

Destacamos, ainda, as características químicas dos efluentes utilizados para irrigação, sendo também de grande relevância. Os diversos parâmetros químicos são extremamente importantes para a agricultura, no que concerne à produtividade e qualidade das culturas, a manutenção da capacidade produtiva do solo, assim como a proteção do meio ambiente e da saúde dos consumidores (HESPANHOL, 2001).

Assim, é relevante inserir neste contexto a definição de Padrões, nas quais, são imposições legais promulgados através de leis, regulamentos, ou posturas técnicas. São destacados a nível nacional, adaptando diretrizes às prioridades e levando em consideração as limitações e características técnicas, econômicas, sociais e culturais locais. São estabelecidos pela autoridade nacional competente, adotando critérios de risco/benefício.

Portanto, isso significa que Padrões não se baseiam meramente em características relativas à saúde ou ao meio ambiente, mas integram uma base ampla de aspectos e conseqüências econômicas e sociais (HESPANHOL, 2001). Em muitos países, os padrões são complementados por códigos de prática, que proporcionam orientação para a construção, operação, manutenção e monitoramento de sistemas de reúso. Assim como os Padrões, os Códigos de Prática devem ser elaborados de acordo com as condições locais.

#### **2.4 Aspectos Institucionais para o Reúso**

Os sistemas de reúso, estabelecidos em nível nacional em qualquer país, envolvem a responsabilidade de diversos ministérios e/ou instituições públicas. Para uma operação adequada e minimização de conflitos administrativos, os seguintes ministérios devem ser integrados, desde a fase de planejamento. Segundo Hespanhol, (2001), são eles:

- ❖ Agricultura - planejamento e coordenação geral do projeto; gestão das terras pertencente ao governo; instalação e operação da infra-estrutura de irrigação; controle do mercado;

- ❖ Recursos Hídricos - integração dos projetos de reúso no planejamento e gestão de recursos hídricos, a nível nacional;
- ❖ Fazenda e Planejamento - avaliação econômico-financeira dos projetos, análises de custo/benefício, financiamento, estabelecimento de critérios para subsídios, etc;
- ❖ Saúde - vigilância da qualidade do efluente tratado, de acordo com os padrões estabelecidos; proteção da saúde dos grupos de risco e vigilância da ocorrência de doenças associadas ao sistema de reúso; responsabilidade pela área de controle de exposição humana, promovendo vacinação, controle de anemia e doenças diarreicas, e educação sanitária; e
- ❖ Obras Públicas e Companhias de Água e Saneamento - coleta e tratamento de esgotos.

## 2.5 A influência religiosa e sócio-cultural<sup>12</sup> ao uso de excreta como fertilizante

A aceitação pública do uso de esgotos na agricultura e aqüicultura é influenciada por fatores religiosos e sócio-culturais. Nas Américas, África e Europa, por exemplo, há uma forte objeção ao uso de excreta como fertilizante, enquanto que em algumas partes da Ásia, notadamente na China, Japão e Indonésia, a prática é efetuada regularmente e considerada como econômica e ambientalmente recomendável. O fato é que na maioria dos países, não há objeção cultural ao uso de esgotos, principalmente tratados. Assim, o uso de esgotos é normalmente bem aceito, onde outras fontes de água não são facilmente disponíveis.

## 2.6 Experiência Internacional com o Reúso de Água para fins não potáveis em diferentes aplicabilidades

Quadro 2.6 Experiência Internacional com o Reúso de água para fins não potáveis em diferentes aplicabilidades

País	Setor/atividade	Detalhamento
África do Sul	Na indústria	A indústria de Papel Sul Africana Pulp Ltda (SAPPI) em Moinho do Enstra, foi à primeira indústria neste país a tratar de seus efluentes.

<sup>12</sup> Sessão fortemente baseada por Hespanhol, (2001).



		<p>Desta forma, corrobora pela oferta de água. O tratamento de efluentes tornou-se uma necessidade, pela demanda ser maior que os recursos hídricos disponíveis. Dentro deste processo, a água é levada para a indústria de papel e celulose, na qual será reutilizada na indústria. Portanto, a água produzida com esse método atingiu um bom resultado final, na qual, foi adotado em todas as fábricas do país.</p>
<b>Índia</b>	Em edifícios	<p>A Índia é um dos países mais populosos do mundo. Por outro lado, a escassez de água já faz parte do seu cenário atual. Desta forma, medidas alternativas para conservação e utilização da água, vêm sendo adotadas. Por exemplo, uma aplicação bem incomum de reúso, ou seja, seu emprego complementar ao sistema de ar condicionado em edifícios comerciais altos, variando de (20 a 25 andares), em Bombay na Índia. A água refrigerada é re-circulada por uma torre localizada no topo do edifício e abastece entre 150 a 250 m<sup>3</sup>/dia, dependendo do tamanho do prédio. O esgoto bruto que vem dos apartamentos é conduzido ao processo de tratamento. Desta forma, o efluente tratado e livre de odor, é bombeado para o reservatório no topo do prédio, de onde é distribuído para o sistema de ar condicionado.</p>
<b>Estados Unidos</b>	Recarga de aquífero	<p>Na Califórnia no final da década de 60, o lençol subterrâneo que abastece a região já estava super explorado pela irrigação de extensas plantações de laranja. O fato é que com a redução do nível do aquífero, o sal do Oceano Pacífico começou a infiltrar-se no solo ameaçando o abastecimento. Não obstante, para revitalizar o manancial, foi criada uma usina-piloto de tratamento. Especializada em purificar esgoto e injetá-lo de volta no solo. Desta forma, reabastecer o lençol freático. Portanto, ao permanecer cheio, eliminou-se o perigo da água salgada contaminar o manancial. No subsolo, a água devidamente tratada, acaba diluindo-se na água fresca e nas rochas do subsolo que são porosas. O processo ajuda a filtração natural de toda a massa líquida. Tornando-se assim, uma água apropriada para o consumo potável, de acordo com os critérios de abastecimento local.</p>
<b>Israel</b>	Na agricultura	<p>Um canal central de uma cidade densamente povoada à costa central transporta, a sua água servida para o sul até uma área de irrigação situada em Negev. Foi proposto como alternativa complementar para o abastecimento das plantações. O fato é que as condições climáticas</p>

		em Negev não são muito favoráveis, mas as condições geológicas facilitam o deslocamento do transporte de 6.000ha de algodão, 20.000ha. de trigo e 7.2500ha de sorgo. Desta forma, podem ser irrigados por um fluxo anual de 120 m <sup>3</sup> . Vale ressaltar que sem este tipo de irrigação (água servida), seria improdutiva devido às secas freqüentes. Além dos elevados custos com tratamento.
<b>Japão</b>	Na indústria	Este conta com 130.000 m <sup>3</sup> /dia de efluentes urbanos tratados em nível avançado e usados por indústrias. Isto acontece nos distritos de Koh-Tok e Job-Hoko em Tóquio e na cidade de Nagoya. Em Nagoya e Koh-Tok, além do tratamento secundário são utilizados a coagulação, a sedimentação, filtração rápida em areia e cloração. Em Hoh-Hoku, além dos processos descritos, utiliza-se também carvão ativado. Sendo que, a maior parte da água é utilizada para resfriamento, equipamentos e limpeza.

Fonte: Sessão fortemente baseada no Water Reuse Promotion (2000).

## **3 ASPECTOS ECONÔMICOS DO REÚSO D'ÁGUA**

### **3.1 As Motivações Econômicas de Reusar Água**

A história do reúso data de tempos remotos, bem como alternativas técnicas de reusar água podem ser encontradas em diversos países. No entanto, a adoção de reúso não é generalizada inter ou intra-países.

É hipótese deste estudo que esta não difusão é explicada por razões econômicas. Em especial, cremos que projetos de reúso não apresentam viabilidade financeira, ou seja, não são atraentes de uma perspectiva privada, exceto em casos específicos. Não obstante, se eles são atraentes de uma perspectiva econômica ou social, há uma clara necessidade de políticas públicas para que o reúso seja mais difundido.

Os aspectos econômicos que influenciam a adoção e a difusão de técnicas de reúso da água são analisados a partir deste capítulo. Nas próximas páginas do presente capítulo se estabelecerá uma moldura conceitual. Assim, subsidiando o desenvolvimento de nossa análise do caso empírico, que será estudado no próximo capítulo.

### **3.2 Ineficiência dos Mercados: as externalidades**

A teoria neoclássica se utiliza dos modelos de equilíbrio geral para demonstrar os resultados eficientes decorrentes do comportamento, independente dos agentes econômicos, intermediados por mercados. Nesses mercados de bens e serviços e de fatores de produção, agentes agem no intuito de maximizar seu bem-estar (satisfação) – se forem consumidores - ou o seu lucro – os produtores. Essa interação conduz o sistema econômico a uma situação de equilíbrio geral eficiente.

Essa situação de eficiência, no entanto, pressupõe que agentes econômicos, representados por indivíduos e famílias, que se organizam em mercados como consumidores de bens e serviços, bem como ofertantes de fatores de produção, em condição de concorrência perfeita. As empresas combinam esses fatores de produção para gerar bens e serviços, produzidos e ofertados também em condições de concorrências. As condições de eficiência nos modelos de equilíbrio geral

pressupõem, entretanto, funções de utilidade (satisfação) dos indivíduos e de produção das empresas onde todas as informações e todos os custos são conhecidos.

Muitas vezes, porém, no processo de produção das empresas uma condição de concorrência perfeita não é satisfeita: ausência de externalidades. Essas externalidades de produção podem ser negativas ou positivas. A poluição é um exemplo de externalidade negativa, pois, os agentes econômicos que a emitem impõem custos a outros agentes, consumidores e outras empresas, sem arcarem com esses custos.

Segundo Mueller (2001:63), uma empresa que despeja dejetos em um rio pode estar provocando doenças e perdas de dias de trabalho a indivíduos que usam as suas águas, e pode estar fazendo com que outras empresas, que também usam a água do rio, incorram em custos de purificação. E, portanto, quanto maior o nível de produção da empresa poluidora, maior os custos externos negativos gerados.

As externalidades positivas segundo Pindyck (2002:63), “surgem quando a ação de uma das partes beneficia a outra”, ou seja, entre: produtores, consumidores ou consumidores e produtores. A análise de externalidades positivas é semelhante à análise de externalidades negativas.

Segundo Mankiw (2001, p.211), as externalidades positivas na produção em que o custo social de produção excede o custo privado, existem também mercados em que ocorre o inverso. O fato é que nesses mercados a externalidade é benéfica para quem não está envolvido no mercado. Portanto, o custo social de produção passa a ser inferior ao custo privado.

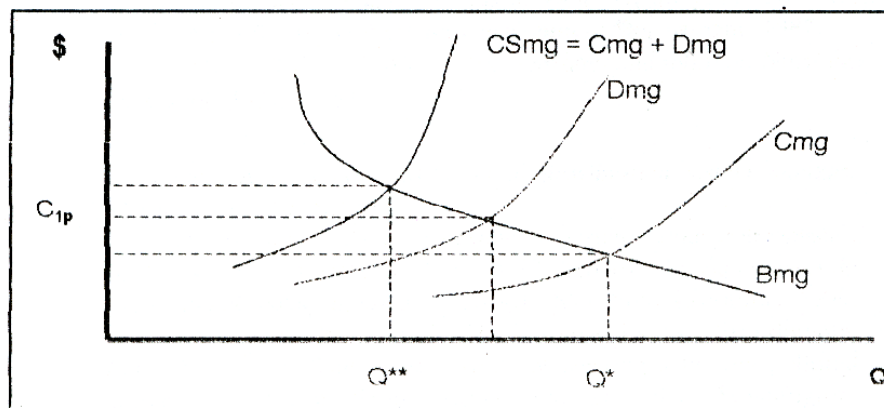
Vejamos, por exemplo, segundo Moura (2003, p.11), a situação em que um empresário quer construir uma Usina Hidrelétrica, na qual, além dos lucros diretos do empresário, a represa traz vantagens à economia, como: geração de empregos; aproveitamento de terras para agricultura pela irrigação, onde anteriormente não havia água disponível; vazão do rio permitindo navegação e evitando enchentes, entre outras. Ao internalizar as externalidades positivas referem-se às ações (custos) que a empresa pode tomar no sentido de reduzi-las em níveis aceitáveis. Vale ressaltar que na presença de externalidades, os cálculos privados de custos ou benefícios diferem dos custos ou benefícios da sociedade.

Desta maneira, a poluição gerada pelo agente poluidor é interpretada como uma externalidade negativa imposta a outros agentes econômicos. Não obstante, a

externalidade negativa gera custos sociais. Ela afeta as funções de produção de outras firmas e/ou a função utilidade dos consumidores. Ela gera uma falha de mercado. Portanto, ao maximizar os seus lucros sem considerar seus custos externos a empresa está comprometendo com o bem estar dos demais agentes econômicos. Assim, o agente poluidor estaria afetando o equilíbrio de mercado, acarretando um distanciamento do Ótimo de Pareto.

Sob a ótica econômica, na ausência de externalidades, o custo privado marginal se iguala ao custo marginal social na produção. A produção, por exemplo, de um bem X em certa bacia teria uma função de custo privado  $C_{mg}(q)$  e os benefícios marginais sociais desta produção (lucro da produção e, satisfação no consumo do bem produzido) seriam definidos na função  $B_{mg}(q)$ . Observando-se o Gráfico 3.1, o equilíbrio de mercado será dado na quantidade  $Q^*$  onde o custo marginal privado se iguala ao benefício marginal social ( $C_{mg} = B_{mg}$ ).

Gráfico 3.1 – Nível ótimo da Poluição



Fonte: Motta (1998)

Conceitualmente, então, reusar a água pode ser interpretado como a redução de uma externalidade negativa ou como sendo ele próprio uma externalidade positiva. No primeiro caso, o reúso internaliza uma externalidade negativa (poluição) que é gerada quando a água é usada inicialmente. Nessa interpretação, na presença de externalidades negativas, o custo social incorpora os danos ambientais representados por uma função  $D_{mg}(q)$ , na qual, o valor marginal dos danos cresce quando aumenta a quantidade produzida. Desta forma, agregando  $C_{mg}(q)$  com  $D_{mg}(q)$ . Assim, tem-se uma função do custo marginal social  $CS_{mg}(q)$  e a quantidade de equilíbrio passa a ser  $Q^{**} < Q^*$ .

Entretanto, o reúso visto como uma externalidade positiva é benéfica no uso de tecnologias mais limpas com o sistema reúso (benefícios externos) onde, não apenas a empresa, mas também a sociedade se beneficiaria como um todo. Portanto, levando-se em conta os aspectos sociais, esses passam a ser considerados no processo de tomada de decisões e na gestão estratégica das empresas.

Na óptica privada, o custo social de produção, por exemplo, é menor do que o custo privado e este passa a ser refletido na curva de oferta. Neste caso o governo pode internalizar a externalidade com o sistema reúso subsidiando-o. Assim, a curva de oferta se deslocaria para baixo no equivalente ao montante do subsídio. Desta forma, para garantir que o equilíbrio de mercado seja igual ao ótimo social, o subsídio deverá ser igual ao investimento tecnológico (MANKIW, 2001).

### **3.3 Custos e Benefícios Privados e Sociais: diferenças de viabilidade**

A avaliação social de projetos vem despertando crescente interesse tanto acadêmico como, por parte de instituições oficiais. O fato é que após uma fase econômica de aparente abundância de recursos – contrariando as regras econômicas mais básicas – a escassez visível e a necessidade controlar o desperdício são os novos atores no cenário do Brasil dos anos 80. Contador, (2000). Na literatura existe uma tentativa de evitar os desperdícios, nas quais, alguns países têm ministrado suas prioridades e a distribuição de recursos através do planejamento econômico.

Neste sentido, a avaliação social de projetos ressalva que em alguns objetivos de interesse público não são considerados economicamente relevantes, pois, não possuem benefícios diretos numa avaliação privada. Existem, no entanto, uma distinção do critério social em relação ao critério dos setores privados, no que tange à eficiência que se busca com a análise dos projetos, sendo considerada do ponto de vista da sociedade como um todo, e não somente do empreendedor.

No entanto, o critério privado visa à maximização do lucro. Quanto ao setor público, este se refere a uma atividade de produção de bens materiais, sendo o objetivo o de minimizar os custos de produção quando os produtos são insumos e seus custos são repassados às demais empresas do setor privado (BAASCH, 1995).

Não obstante, Contador (2000, p. 106-251) apresenta algumas variáveis na avaliação social de projetos, tais como:

- a) custo social do fator trabalho;
- b) taxa social de câmbio;
- c) taxa social de desconto; e
- d) as externalidades.

Desses quatro elementos, as externalidades são as que nos interessam. Elas não podem deixar de serem computadas na avaliação social de projetos, pois, mesmo não tendo mecanismos eficientes de mercado para tais fenômenos recorre-se a metodologias para seu cálculo. Desta forma, para avaliar as externalidades busca-se nas “variações compensatórias”<sup>13</sup>, na qual, onde todas as pessoas e empresas que ficassem em melhor situação com o efeito externo estariam dispostas a pagar certa quantia.

O conceito de disposição a pagar é de fundamental relevância na avaliação dos benefícios e custos de um projeto, pois, podem ser mensurados pela quantidade que aqueles que se beneficiam estariam dispostos a pagar (DAP) pelos produtos advindos de programas, projetos governamentais ou empresas privadas.

As pessoas têm preferências por um conjunto de bens e serviços naturais revelados por suas atitudes em relação ao meio ambiente; aos gostos e por um conjunto de bens e serviços puramente econômicos. O problema para os formuladores de políticas públicas ambientais é entender e compreender essas atitudes. Gestores públicos não tomam decisões somente com base em modelagens estritamente técnicas, também se apóiam em princípios éticos que regem a vida em sociedade (MOTA, 2001, p. 81).

Segundo Baasch (1995), um dos instrumentos mais comumente utilizados para escolher entre várias ações afetando o meio ambiente, consistentes com a perspectiva antropocêntrica é a análise custo/benefício. Entretanto, a valoração ambiental é interativa, pois, permeia as decisões públicas ambientais, como subsídio de análise, onde os custos e os benefícios auxiliam o gestor público na tomada de decisão. O fato é que a valoração dos recursos naturais é vista na óptica da teoria

---

<sup>13</sup> Variação compensatória – é o valor exato a ser pago ou recebido de maneira a restabelecer o bem-estar de pessoa e empresa a um nível anterior à externalidade. (MISHAN *apud* CONTADOR, 2000).

de sistemas, pois os ativos da natureza não estão disponíveis no mercado, sendo inseridos na óptica ecológica.

Para Marques & Comune (1996, p. 29) as distinções entre os valores que o ambiente detém sobre si próprio podem ainda, se dividir em dois grandes grupos, que incorporam os chamados valores de uso e valores intrínsecos. Os valores de uso referem-se ao uso potencial que o recurso pode prover, enquanto que os valores intrínsecos não estão associados nem com os usos efetivos presente dos recursos e nem com as possibilidades de uso futuro. O valor intrínseco reflete o valor que reside nos recursos ambientais, independentemente de uma relação com seres humanos. Esse valor é captado pelas pessoas através de suas preferências na forma de não uso do recurso.

Segundo Pearce, Markandya & Barbier (1990), apresentam uma taxonomia de valores econômicos ambientais da seguinte forma:

$$VTU = VAU + VP + VE,$$

Onde:

VTU – Valor Atual do Usuário

VAU – Valor Atual de Uso

VP – Valor de Opção

VE – Valor de Existência

VAU – Atribuição para aqueles que usufruem um recurso ambiental.

VP – Representa uma preferência, uma disposição a pagar (DAP), pois não usufruem no presente, mas lhe confere um valor para uso futuro.

VE – (Valor passivo, de não uso, intrínseco), dissociado do uso, pois, deriva-se de uma posição ética, moral em relação aos direitos da existência.

Vale ressaltar que, em se considerar os aspectos positivos e negativos da análise custo/benefício (ACB), este critério ainda assim é preferível quando se apresenta a base teórica do mesmo em relação ao meio ambiente e à sociedade como um todo. Essa análise deve trabalhar enfatizando os custos sociais (GOMES, 2002). Desta forma, considerar:



- a) A mensuração do bem-estar da sociedade como um todo em termos de utilidade (*welfare analysis*), utilizando-se os princípios de disposição a pagar e disposição a receber, onde serão confrontados os benefícios e os custos;
- b) Os custos sociais devem ser avaliados por aproximações, ou seja, criar um sistema de preços relacionados com as atividades envolvidas; e
- c) Os benefícios devem superar os custos ( $B > C$ ).

### **3.4 Análise Custo-Benefício (ACB): instrumento de comparação**

A ACB é uma técnica apoiada na economia do Bem-Estar neoclássica e no critério de eficiência de Pareto. Com ela se objetiva selecionar as políticas eficientes do ponto de vista econômico, que tenham impactos significantes sobre o bem estar social.

Segundo Mueller (2001), essa técnica teve início nos Estados Unidos no início da década de 1950 para avaliar projetos de irrigação e controle de enchentes. Disseminada posteriormente como técnica de avaliação de projetos e foram agregados a ela os custos indiretos, sociais e benefícios ambientais, dando ênfase a esta tendência.

O fato é que a análise custo-benefício permite uma classificação dos projetos com base na alocação racional dos recursos, ou seja, empregam um critério de otimização com o objetivo de alcançar resultados que serão expressos em unidades monetárias. No caso dos projetos e programas ambientais, os benefícios apresentam dificuldades de avaliação monetária, bem como os custos.

Desta forma, temos possíveis saídas: (i) limitação da análise aos efeitos econômicos imediatos, avaliando os mensuráveis em termos monetários; (ii) tentativa de transformação indireta dos efeitos qualitativos em grandezas monetárias (valoração monetária dos benefícios ambientais); e (iii) descrição e avaliação separadas dos efeitos monetários e não monetários.

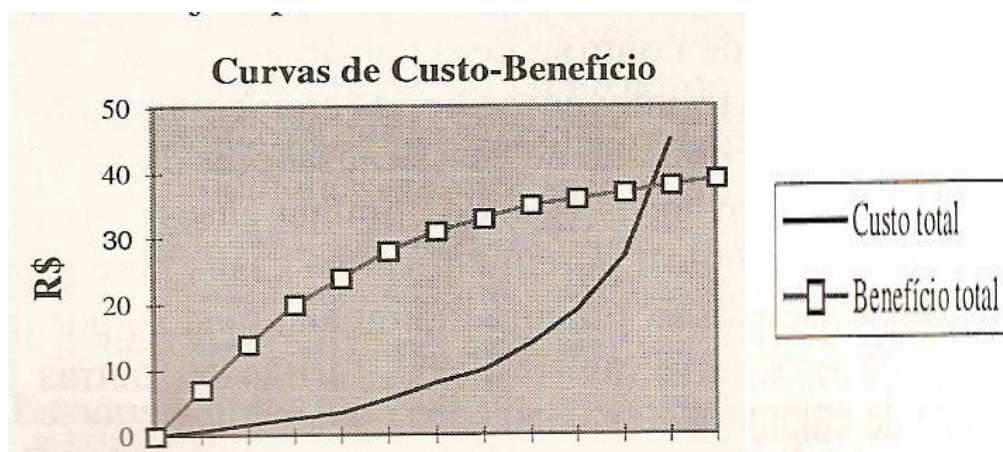
A análise custo-benefício (ACB) permeia o processo de análise em decisões econômicas, pois, retrata como a variável ambiental se comporta mediante comparações e contribuir na análise de projetos, identificando as estratégias como forma de mensurar esse potencial para tomada de decisões e com isso selecionar as políticas eficientes que tenham impactos significantes sobre o bem estar social e ambiental.

A ACB apresenta-se como critério na análise de projetos, na qual, busca-se comparar os custos estimados com os benefícios esperados. O fato é que um projeto deve apresentar uma relação benefício/custo maior que a unidade para que seja viável, portanto, quanto maior esta relação mais atraente o projeto (CONTADOR, 2000).

Em suma, é necessário atribuir valores monetários aos custos e benefícios. Segundo Moura (2003), definir os custos é uma tarefa mais fácil. Sendo mais difícil para os benefícios, porém, não impossível de ser realizado. Tendo a análise custo benefício (ACB) como objetivo a maximização do valor presente de todos B/C (benefícios/custos), é comum identificar a validade de um empreendimento por meio das curvas destes.

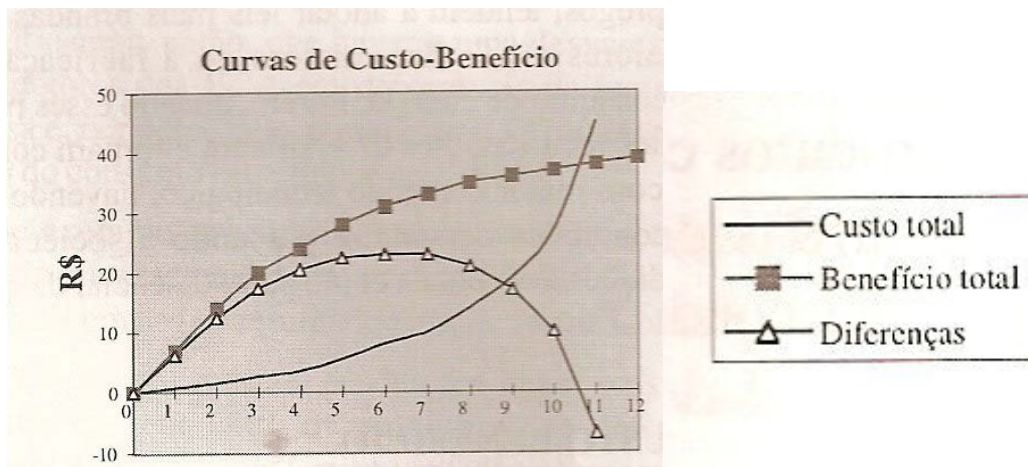
Como se percebe, para definir a quantidade ótima a produzir estas curvas apresenta a seguinte forma nos Gráficos 3.2 e 3.3. Observa-se que as quantidades próximas à zero, os benefícios totais (ganhos) são superiores aos custos totais, na qual, sinaliza a vantagem para o empreendimento, até o ponto que se igualam. Desta forma, representando que, a partir daí não há nenhuma vantagem em aumentar a produção em quantidades superiores. Conforme demonstrada no Gráfico 3.2.

Gráfico 3.2 - Curvas de custo-benefício



Fonte: Moura (2003, p. 30)

Gráfico 3.3 - Diferenças entre as curvas de custo-benefício



Fonte: Moura, (2003, p. 30).

O ponto considerado ótimo de operação situa-se onde ocorre a maior diferença entre os benefícios e custos, apresentada no Gráfico 3.3. No entanto, essas curvas refletem a derivada em cada ponto das curvas de custo total e benefício total. Desta forma, “o custo marginal” (Cmg) e “benefício marginal” Bmg, são os custos/benefícios adicionais incorridos na produção de uma unidade a mais, daquele produto. Sendo o ponto ótimo de operação justamente, o encontro das curvas de custo marginal (Cmg) e benefício marginal (Bmg).

Segundo Moura (2003, p.31), é considerada os conceitos de custos/benefícios aplicados em problemas ambientais como sendo:

a) Os “custos” referem-se a todas as despesas decorrentes da poluição provocada pelo empreendimento, existindo desta forma a necessidade da identificação de gastos com os tratamentos de recuperação de áreas degradadas, tratamento de água, custos com tratamentos médicos de pessoas afetadas, perda de valor de locais turísticos, uso recreacional do meio contaminado, etc.

b) Os “benefícios” referem-se ao valor de mercado dos produtos ou serviços gerados naquela instalação ou empreendimento e em análise, quanto à empresa ou a sociedade ganhou por existir aquela produção. Essa visão do empreendimento beneficia a sociedade (não apenas os empresários), pois a comunidade passa a ter a possibilidade de dispor de bens e serviços produzidos, geração de empregos, impostos pagos, etc.

Assim, numa análise custo-benefício (ACB), alguns princípios relevantes são questionados, tais como:

- ❖ Quais custos/benefícios serão incluídos?
- ❖ Como avaliá-los?
- ❖ Qual taxa de juros serão descontados?
- ❖ Quais as restrições?

O fato é que a análise benefício/custo propõe-se a computar os custos/benefícios visando compará-los e ordená-los por meio da relação B/C, ou do Benefício Líquidos (BL) (diferença entre os benefícios e os custos) correspondentes. Por outro lado, a segunda das variantes é a mais utilizada nas avaliações ambientais. Para tais informações temos que para comparação das alternativas com base no Benefício Líquido (BL), deve-se calcular para cada uma delas o valor da expressão:

$$VP (BL) = \sum_{t=0}^T \frac{r (B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

Sendo:

$\Sigma$  é o somatório no período de 0 a T unidade de tempo (por exemplo, o ano) correspondente ao horizonte de análise adotada;

$B_t$  e  $C_t$  são os valores computados para os benefícios e os custos correspondentes à alternativa em análise, previstos para a data t;

$1/(1+r)^t$  é o fator de atualização a ser aplicado ao BL da data t,  $(B_t - C_t)$ , para transformá-lo no seu valor presente (ou valor atual à data 0) com uma taxa de desconto r, e VP é o valor presente da alternativa em análise.

Convém lembrar que a aplicação da análise benefício/custo apresenta várias dificuldades, nem sempre superadas porque se prendem à avaliação, sobre um mesmo padrão de medida (monetário), dos bens e serviços ambientais gerados (benefícios ambientais) e dos bens e serviços utilizados ou comprometidos pelo projeto - custos ambientais – (BRAGA *et. al.* 2003).

Na literatura encontramos dois métodos utilizados para solucionar problemas através da ACB: determinísticos e não determinísticos (ou probabilísticos). O fato é que os métodos determinísticos se inserem nos conceitos:

- a) Valor anual uniforme (VAUE);
- b) Relação benefício/custo (B/C);
- c) Taxa interna de retorno (TIR);
- d) Valor presente líquido (VPL); e
- e) Método do tempo de recuperação do capital investido (PAYBACK), sendo o indicador que fornecerá uma idéia de liquidez e segurança dos projetos. (CONTADOR, 2000).

Os métodos não determinísticos trazem através das estatísticas e probabilidades os riscos e as incertezas.

a) Método do Valor Anual Uniforme (VAUE)

Este método propicia achar a série uniforme e anual (A) na qual é equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos à taxa de mínima atratividade (TMA). Desta forma, encontra-se a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas de cada projeto, sendo considerado o melhor aquele que obtiver o maior saldo positivo.

Vale observar que, quando se refere à taxa mínima de atratividade (TMA) está se referindo à taxa de juros equivalentes à obtenção das rendas aplicadas, onde existe o menor risco.

Por outro lado, a taxa de mínima atratividade (TMA), segundo Casarotto Filho & Kopittke, (1987) possui dois enfoques: para pessoas físicas na qual a TMA é comum ser igual à rentabilidade da caderneta de poupança e para as empresas na qual, decorrem de alguns fatores, como: taxa de juros dos bancos de investimentos e comerciais, rentabilidade da empresa, valorização dos títulos públicos, e outros. É um método utilizado em análises que envolvem atividades operacionais da empresa, com investimentos que possam se repetir.

b) Método da Relação Benefício-Custo (B/C)

O critério da relação benefício-custo (B-C) consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Segundo a regra, um projeto

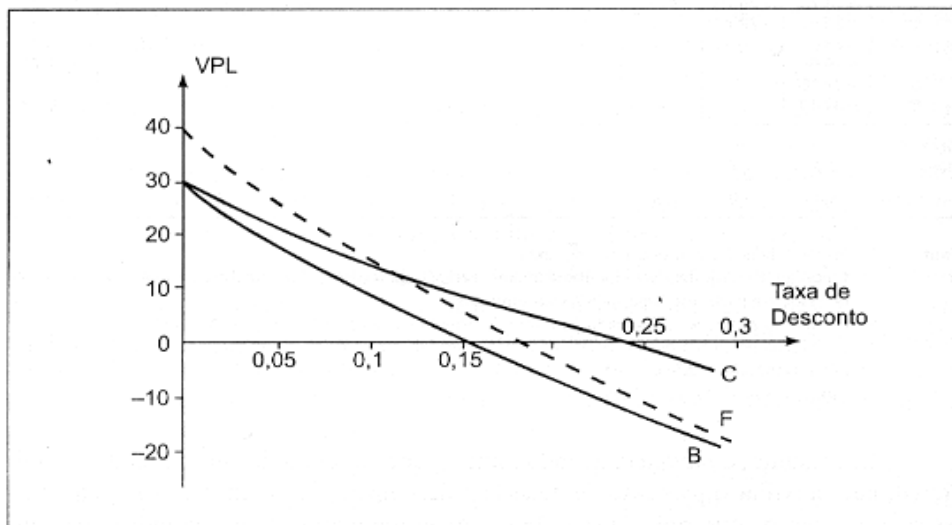
deve apresentar um B/C maior que a unidade para que seja viável e quanto maior a relação mais atraente o projeto (CONTADOR, 2000).

c) Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é aquela taxa de juros que iguala a zero o valor presente líquido (VPL) de um projeto. Logo, é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos benefícios de um projeto ao valor presente dos seus custos. Por exemplo, no gráfico 04 as TIR dos Projetos B, C e F seriam respectivamente 16,1%, 24,2% e 18,3%, ou seja, aquelas taxas correspondentes à interseção da curva VPL (Valor Presente Líquido ou Valor Atual) com eixo horizontal.

É preciso salientar que este indicador é um dos mais utilizados como parâmetros de decisão. O critério adotado diz que um projeto é viável e deve ser considerado como alternativa para sua execução se sua TIR é igual ou maiores que o custo de oportunidade <sup>14</sup> dos recursos para sua implantação (CONTADOR, 2000).

Gráfico 3.4 - Taxa interna de retorno (TIR) dos projetos: B, C e F.



Fonte: Contador, (2000, p. 52).

Na expressão do VPL há representação do valor presente líquido (VPL) de um projeto. Composto-se da soma dos seus fluxos atualizados, onde  $F_i$  ( $i = 1,2,3...$ ) corresponde ao fluxo líquido relativo ao período  $t_i$ ;  $r_i$ , a taxa de desconto relativa ao

<sup>14</sup> Custos de oportunidade – Conceito de custos utilizado por Marshall. Segundo esse conceito, os custos não devem ser considerados absolutos, mas iguais a uma segunda melhor oportunidade de benefícios não aproveitada. Ou seja, quando a decisão para as possibilidades de utilização de A exclui a escolha de um melhor B, podem-se considerar os benefícios não aproveitados decorrentes de B como *opportunity costs*, custos de oportunidade (SANDRONI, 2002, p.153).

período  $t_i$ ; e  $\Sigma \Pi$  representam simultaneamente o “somatório” e o “produtório” das parcelas. No entanto, os fluxos estão atualizados para o período  $t_0$ , neste caso o VPL corresponde ao período  $t_0$ .

O fato é que através da TIR será possível obter um projeto, na qual, os benefícios aumentem a esta mesma taxa. E quanto maior for a TIR maior será a atratividade desse projeto. As vantagens desse método apresentam-se como um indicador de decisão. Prescinde de informações externas ao projeto. No entanto, o analista deverá conhecer o perfil do projeto e obter uma idéia da magnitude da taxa de juros ou do custo de oportunidade do capital.

Por outro lado, existem desvantagens em relação à TIR, como indicador para decisão de projetos. Decorre do fato de que a TIR é uma média no tempo e não tem sentido compará-la com uma taxa de desconto referente a apenas um dos períodos da vida do projeto e também pela possibilidade de raízes múltiplas na expressão (CONTADOR, 2000, p.53-54).

Expressão do Valor Presente Líquido (VPL)

$$VPL_0 = F_0 + \frac{F_1}{1 + r_1} + \frac{F_2}{(1 + r_1)(1 + r_2)} + \frac{F_3}{(1 + r_1)(1 + r_2)(1 + r_3)} + \dots$$

ou

$$VPL_0 = F_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{\prod_{j=1}^i (1 + r_j)}$$

Fonte: Contador, (2000, p. 48).

#### d) Método do Valor Presente Líquido (VPL) ou Valor Atual (VA)

Considerado um método criterioso isento de falhas técnicas. Sua apresentação é realizada através da soma algébrica dos valores do fluxo de um projeto, sempre atualizada à taxa ou taxas de desconto. O VPL positivo significa que o projeto é viável e terá a preferência entre os demais, por exemplo, representado matematicamente na expressão abaixo e no Gráfico 3.5.

Expressão:

$$BI_0 = \frac{\sum (B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

Onde:

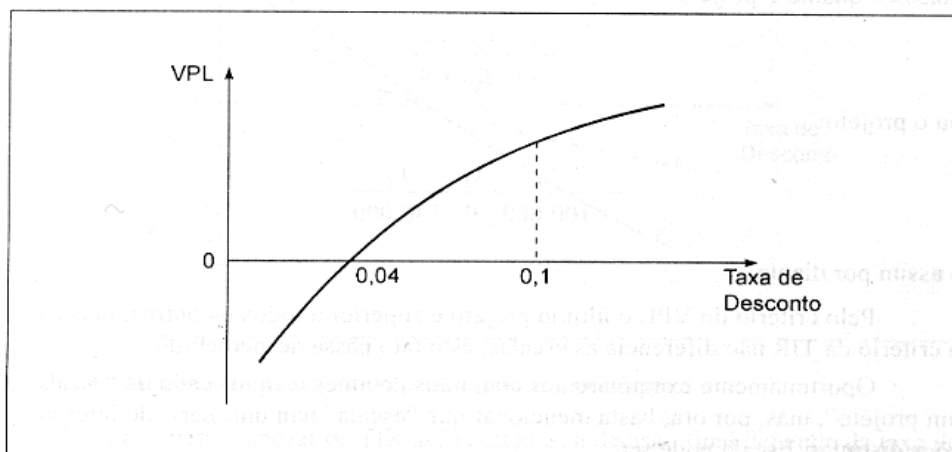
t – período de anos, com variação de zero a n;

B<sub>t</sub> e C<sub>t</sub> – benefícios e custos do ano t;

r – taxa social de desconto.

No entanto, se os projetos tiverem vidas diferentes e puderem ser renovados nas mesmas condições atuais, deverá ser considerado como horizonte de planejamento o mínimo múltiplo comum da duração dos projetos (BAASH, 1995). Onde em uma situação hipotética, as taxas superiores a 4%, o projeto apresenta VPL positivo sendo este considerado bastante atrativo.

Gráfico 3.5 - Valor Presente Líquido (VPL) positivo, de um Projeto Hipotético



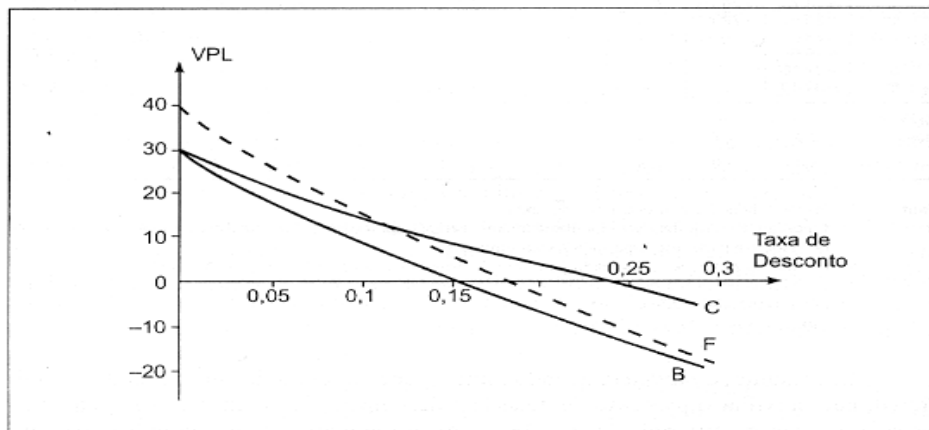
Fonte: Contador, (2000; p. 55).

Tendo em vista o Gráfico 3.6, apresentam-se três projetos com valores hipotéticos onde os VPL (Valor Presente Líquido) dos fluxos B C e F na qual são descontadas as sucessivas taxas de juros. Não obstante, isso significa que a qualquer taxa de desconto positiva menor que 24,2% o projeto C é preferível ao B, uma vez que os VPL do primeiro são sempre superiores. Não obstante, a escolha entre F e C exige algumas considerações, tais como: O projeto F teria maior VPL do



que C (taxas de desconto menores que 10%). Por outro lado, para taxas maiores que 10%, C é preferível a F.

Gráfico 3.6 – Valor Presente Líquido (VPL), de três projetos (B, C e F).



Fonte: Contador, (2000, p.48).

Em suma, são ignoradas as situações em que os VPL(s) se tornam negativos. Portanto, a decisão final entre C ou F dependerá da taxa de desconto utilizada.

#### e) Payback

Este método consiste em mostrar o número de períodos em anos necessários à recuperação dos recursos investidos no projeto, possui grande aceitabilidade no meio empresarial. Segundo Castro (1999)  $N = I.^{\circ}/F$ , onde: N é o número dos períodos para recuperação do investimento, I.<sup>o</sup> investimento inicial e F o valor constante por período, de um fluxo médio de renda gerado pelo investimento. O fato é que quanto menor N mais atrativo é o projeto, pois o investimento é recuperado mais rapidamente. Não obstante, este critério é de fácil cálculo e são ordenados pelo número de períodos necessários à recuperação dos investimentos.

Existem neste critério algumas desvantagens nas quais dificultam a avaliação de projetos sociais, são eles:

- I) Os valores não são descontados no tempo;
- II) São ignorados os fluxos após o período de retorno representando em uma soma maior no valor presente;
- III) O período superior a um ano, dado o início de investimento, quando comparativos dificulta a sua aplicabilidade por terem valores diferenciados.

## 4 ACB PROJETO REÚSO: UMA ANÁLISE PRIVADA

### 4.1 Análise Privada e Análise Social

O desenvolvimento da economia como ciência engloba necessidades advindas dos “parcos recursos” estes se dispõem para atender crescentes necessidades. O fato é que para haver uma melhoria do bem estar social, em relação à qualidade de vida, muitos países optam por priorizar a distribuição de recursos através do planejamento econômico. Em alguns países com decisão centralizada, o planejamento “é dito normativo”, na qual, em algumas situações chegam á substituir os mecanismos de mercado através de intervenções diretas, por exemplo, na produção e distribuição dos bens e serviços (CONTADOR, 2000, p.19).

Entretanto, vale ressaltar que em outros países o planejamento apresenta-se como indicativo ou por incentivos. No caso brasileiro, com sistemas mistos. Desta forma, adota os dois tipos de planejamento, com o setor público, ou seja, é realizado diretamente “algumas inversões e alocações de recursos, e simultaneamente, lançando mão de incentivos ao setor privado”. Assim, abarca os processos de “elaboração, execução e controle de um plano pré-estabelecido” (CONTADOR, 2000, p.19). Fica claro, então, que sob esta óptica o planejamento mostra-se relevante em nível governamental ou pelo setor privado.

Pode-se afirmar que, um plano bem sucedido possui uma relação direta com os processos decisórios. Segundo Contador (2000, p.20), os investimentos públicos “tendem a ser guiado por decisões administrativas que procuram interpretar as prioridades globais”. Já os investimentos privados podem se submeter ás decisões governamentais, na qual, compreende “desde a proibição em atividades de monopólio estatal, esquemas tarifários, até as facilidades concedidas sob a forma de incentivos fiscais, crédito subsidiado, reserva de mercado etc...”.

Considerando que pela taxaço e pelos estímulos fiscais, o setor público adquiriu condições de permear os investimentos privados. Desta forma, pode corrigir “as distorçoões existentes na economia”. (CONTADOR, 2000, p.20).

Além disso, os investimentos privados podem ter algumas características distintas em avaliações do ponto de vista empresarial. O fato é que empresários do setor privado quando submetem seus projetos ao processo de avaliação de sua

viabilidade não estão necessariamente munidos *a priori* de uma preocupação com os interesses da sociedade considerada em seu conjunto. Assim sendo, pode ser um relevante projeto do ponto de vista empresarial e possuir ou não atratividade e aceitação sob o ponto de vista da sociedade.

Dentro dessa ótica, uma avaliação econômica ou social de um projeto, segundo Contador (2000, p.20), serve para “examinar os efeitos diretos e indiretos que são ou serão causados por um determinado projeto”. Para isto, é preciso, identificar quando “a economia como um todo está sendo prejudicada ou favorecida”.

Em suma uma aceitação ou rejeição da análise social de projetos, ainda segundo Contador (2000, p.20), pode ser pelo setor privado ou pelo governo. Sob estes pressupostos ao processo de decisão reflete “sempre um juízo de valor”. O fato é que a ACB permite mostrar esses parâmetros de decisão possíveis de serem comparados a outros projetos. Contudo, contribuindo à tomada de decisões.

#### **4.2 Classificação de Projetos<sup>15</sup> segundo a ótica de avaliação**

Os projetos em princípio podem ser avaliados por diferentes óticas. Segundo Contador (2000, p.21), como, por exemplo: “a do empresário; do banco e agências de financiamento; do governo em cada uma das esferas; de outros empresários prejudicados ou, beneficiados pela realização do projeto etc...”.

Convém observar, outrossim, que um projeto dito como ótimo para um empresário, pode se apresentar péssimo para um outro, por exemplo, se esse sofrer com os efeitos nocivos da poluição. Em suma são óticas distintas, nas quais, não há entendimento da abrangência dos efeitos diretos e indiretos do projeto. Neste contexto, o enfoque é “dito social ou econômico quando avaliamos o projeto sob o ponto de vista da sociedade como um todo”.

Em função disto, para angariar tal concepção é necessário, segundo Contador (2000, p.21), passar pelas seguintes premissas:

1<sup>o</sup> - Ignorar as fronteiras particulares de interesses de indivíduos, famílias, empresas e regiões dentro da nação e;

---

<sup>15</sup> Subitem baseado em CONTADOR, (2000).

2<sup>o</sup> - eliminar as transferências entre indivíduos, tais como os impostos e subsídios, e finalmente incorporar os efeitos indiretos do projeto em outras atividades e pessoas.

Logo, a análise social permitirá saber se o projeto é ou não considerado atrativo para a sociedade como um todo. Segundo Contador (2000, p.22), “essa atratividade do projeto para o empreendedor como o ponto de vista privado e para a sociedade como o ponto de vista social” se resume pelas seguintes alternativas possíveis, apresentadas no Quadro 4.1, na qual, os sinais positivos correspondem aos projetos viáveis e os sinais negativos aos projetos inviáveis.

Quadro 4.1 - Classificação de projetos

		Ponto de Vista Social	
		+	—
Ponto de Vista Privado	+	I	II
	—	III	IV

Fonte: Contador (2000, p.22).

Conforme apresentado no Quadro 4.1, temos uma divisão por células (I, II, III e IV). Os sinais correspondentes à célula I são viáveis sob o ponto de vista privado como social (sinal positivo na coluna e linha correspondentes). Segundo Contador (2000, p.22), “Num sistema competitivo e de liberdade econômica, os próprios empresários têm interesse em desenvolver projetos deste tipo e, portanto não há necessidade de intervenção governamental”. Em suma, podem ocorrer por regulamentações do direito de propriedade, contratos dentre outros.

Os tipos de projetos apresentados na célula II são considerados atraentes para os empresários (sinal positivo na coluna). Entretanto, são prejudiciais para a sociedade como um todo (sinal negativo na linha). Desta forma, são considerados socialmente nocivos. Ainda, segundo Contador (2000, p. 22), é “o caso típico de uma indústria que causa poluição excessiva, embora a poluição não esteja necessariamente associada a projetos socialmente indesejáveis”. Não obstante, os projetos do tipo II possuem duas prováveis linhas de ação, são elas:

- ❖ “Aceitar a perda social como um preço a ser pago pela liberdade econômica, pelo estímulo ao espírito empresarial e pela divergência entre preços sociais e de mercado imposta ao investidor ou”;
- ❖ “Desestimular a sua implantação através da política tributária, creditícia, ou do reforço nas normas reguladoras da poluição”.

Vale ressaltar que, mesmo sendo uma avaliação social, pode, no entanto, não ser viável em projetos que provocam algum tipo de poluição. Não obstante, os projetos do tipo III são considerados sem atratividade do ponto de vista do empresário. Assim, são viáveis na óptica da economia. O fato se deve pela sua “maior eficiência e pela produtividade social”.

Como se percebe, recomenda-se alguma ajuda para tais projetos. Faz-se necessário então, que o empresário do setor privado, necessariamente, precisa ser atraído por algum estímulo, por exemplo, em forma de subsídio ou isenção fiscal. Sendo que uma maneira mais usual é a de concessão de financiamentos subsidiados. (CONTADOR, 2000, p.22).

O fato é que os subsídios ao capital se comportam como que “este fator escasso seja usado intensamente em detrimento de outros mais abundantes e não subsidiados, como a mão-de-obra” Contador (2000, p.22). Além disso, esse tipo de subsídio ao capital não condiz com os preços. Desta forma, aumenta a diferença entre o custo privado e o custo social dos recursos. Vale ressaltar que, não havendo condições de intervenção junto aos empresários, nos quesitos que abarcam alocação de recursos de acordo com os preços sociais, é preferível que os subsídios sejam “concedidos à produção, ou ao preço do produto”.

Ao término da classificação de projetos temos, na célula IV aqueles considerados inviáveis tanto para os empresários quanto do ponto de vista social. Nesse caso, não há motivos para se preocupar.

Entretanto, segundo Contador (2000, p.23), é possível afirmar-se que “a avaliação econômica de projetos revela-se importante essencialmente para os empreendimentos de tipo II e III”. Este enfoque parte da premissa de que devem ser rejeitados apesar das vantagens que apresentam para o setor privado, e também devem ser levados em consideração pelo fato de não serem viáveis, no cômputo de uma avaliação com bases exclusivas nos preços de mercado.

Dentro desta óptica, os projetos inseridos na célula II, possuem particularidades entre as quais, aquelas que apesar dos bons resultados do ponto de vista empresarial (empresas), serem rejeitadas por instituições oficiais que oferecem créditos e outros tipos de incentivos. E finalmente, a célula III, na qual, deve ser “por elas patrocinadas para que sejam levados adiante por empreendedores privados, nesse sentido, cumpre apoiá-los através de diferentes tipos de incentivos oficiais”. (CONTADOR, 2000, p.23). Fica claro, então, que existem diferentes atratividades de projetos, sob o ponto de vista privado e do social, na qual, apresentam também diferenças entre os preços sociais e os de mercado, dos bens e dos serviços.

No caso específico do projeto em estudo nesta dissertação surge imediatamente a pergunta sobre como ele se insere na classificação acima apresentada. Isto é, um projeto de reúso da água é do tipo I, II, III ou IV? Pelo que discutimos até aqui a única possibilidade que podemos eliminar imediatamente é classificá-lo como Tipo I: viável para o empreendedor privado e viável para a sociedade em seu conjunto. A eliminação dessa possibilidade é justificada pela baixa taxa de difusão de projetos de reúso entre agentes privados e em diferentes tipos de comunidades.

A classificação em projeto do Tipo IV também nos parece inadequada, uma vez que a crescente escassez de água parece indicar que projeto de reúso têm tido crescente atratividade como forma de reduzir o consumo de água. Assim, esses seriam projetos crescentemente atraentes do ponto de vista econômico, para atender os interesses de sociedades em seu conjunto.

#### **4.3 Perfil do Projeto Reúso: uma análise Custo Benefício sob a ótica privada**

Como hipótese de trabalho podemos argumentar que restam, portanto, duas opções para um projeto de reúso da água: Tipo II: viável do ponto de vista privado, mas não viável do ponto de vista social; ou Tipo III: não viável do ponto de vista privado, mas viável do ponto de vista social. Tendo em vista o raciocínio desenvolvido no final da seção anterior, podemos apresentar como hipótese de trabalho que a classificação do projeto sob estudo de caso sobre o reúso corresponderia à célula do tipo III.

O fato é que são viáveis na perspectiva da economia como um todo. Entretanto, do ponto de vista do empresário há ponderações. Portanto, para que

haja uma maior eficiência num sistema competitivo, os empresários devem possuir um particular interesse em desenvolver projetos deste tipo.

Devemos, portanto, para testar a nossa hipótese desenvolver dois procedimentos de estudo de viabilidade de um projeto. O primeiro procedimento é avaliar a sua viabilidade de uma perspectiva privada ou financeira, olhando os interesses e motivações do empreendedor. Isto será feito na seqüência deste Capítulo IV. Em uma segunda etapa de teste de hipótese, é essencial analisar a viabilidade econômica ou social do mesmo projeto, objeto do Capítulo V.

Convém ressaltar que para se medir custos e benefícios fazem-se necessário adotar uma unidade. Assim, nas decisões privadas eles são representados pelo padrão monetário. O critério utilizado pelo setor privado se expressa na maximização do lucro.

Tendo em vista que o valor dos benefícios de qualquer projeto governamental, programa ou de produtos de qualquer empresa privada pode ser mensurado pela quantidade dos que se beneficiam, ou seja, estão dispostos a pagar por eles. “Da mesma forma, o custo pode ser mensurado como quantidade que estes beneficiados estariam dispostos a pagar pelos produtos, que poderiam ser produzidos pelo programa, se os recursos usados fossem empregados no seu melhor uso” (GOMES, 2002).

Segundo Nogueira e Medeiros (1997), uma “das graves dificuldades é a estimativa de certos custos e mais freqüentemente, benefícios ambientais intangíveis. Isso é particularmente limitador da ACB em escolhas de projetos, programas e políticas voltadas para conservação da diversidade biológica, de reservas de fauna e flora, de áreas de rara beleza natural, entre outras”. Entretanto, na ótica econômica a relevância dos projetos se caracteriza pela sua eficiência e na combinação de fatores.

#### **4.4 Os custos Privados ou Financeiros do Projeto Reúso**

A análise adotada para o estudo em tela é a de um estudo de viabilidade financeira típico, no qual, os resultados buscam demonstrar a viabilidade financeira do reúso de água. Faz-se necessária a perceber a relevância das receitas líquidas (receitas – custos) privadas obtidas pelo uso racional da água. Os dados da Tabela 4.1 representam os custos para a implantação da Estação de Tratamento de Esgoto.

A análise custo-benefício (ACB) será a ferramenta econômica utilizada na avaliação do estudo de caso do reúso da água no Empreendimento do Setor de Postos e Motéis Norte (Complexo Flamingo), localizado no interior de uma Área de Proteção Ambiental, APA do Lago Paranoá. SPM/NORTE – Lote 04 EPIA – Lago Norte – DF.

Trata-se, pois, de uma Estação de Tratamento de Esgoto para o processo de reúso. É totalmente automatizada, sem a interferência humana. O processo adotado para o tratamento de esgotos de natureza orgânica é o de Lodos Ativados por Batelada (LAB), em nível secundário, com redução de DBO<sup>16</sup> em valores superiores a 90%. Essa modalidade possui relevância ao eliminar o decantador e a elevatória de recirculação, reduzindo de maneira significativa o custo da instalação. Algumas unidades compõem o Sistema de Tratamento de esgoto, tais como:

- ❖ Estação Elevatória de Esgotos – EEE<sup>17</sup>
- ❖ Tanque Séptico
- ❖ Reservatório de Acumulação dos Esgotos
- ❖ Tanque Reator
- ❖ Tanque de Contato para Desinfecção

Assim, os esgotos provenientes da rede coletora são encaminhados através das EEE para o tanque séptico, onde são retidos os materiais sólidos. Deste tanque os esgotos são conduzidos por gravidade para o reservatório de acumulação. A partir deste reservatório através da bomba submersível, e em ciclos, os esgotos são recalçados ao reator onde é processada a aeração através de Sopradores ou Aeradores Submersíveis.

Na seqüência, o efluente tratado é drenado através de uma bomba instalada sobre um flutuador é encaminhado ao tanque para desinfecção através de pastilhas de cloro e posterior lançamento no corpo receptor ou na rede coletora, ou ainda, na galeria de águas pluviais (disposição final). O lodo excedente produzido será descartado através de leitos de secagem. Objetiva-se, deste modo, ser desidratado para posterior uso como fertilizante. Desta forma, o esgoto tratado poderá ser reusado para irrigação, lavagem de pátios e estacionamento.

---

<sup>16</sup> DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

<sup>17</sup> EEE – Estação Elevatória de Esgotos.



Além disso, o esgoto tratado é aduzido até uma caixa de distribuição através de uma linha de adução, na qual, é lançado por gravidade para duas valas de infiltração. Considerando que devido a pouca permeabilidade do solo, parte do esgoto tratado é filtrado e recuperado em um reservatório de água de reúso em concreto armado enterrado, na qual, encontra-se a estação elevatória de água de reúso.

Desta forma, esta água é recalçada para um reservatório elevado. Entretanto, antes desta linha de recalque entrar no reservatório há um sistema de desinfecção através de lâmpadas ultravioleta. A partir deste reservatório elevado, a água proveniente do Sistema de Tratamento de Esgoto é reaproveitada pelo processo de reúso para descargas nas bacias sanitárias, aguar áreas verdes e lavar pisos. Assim, como descrito, o Sistema de Tratamento de Esgoto funciona adequadamente e a água de reúso é de boa qualidade.

No que se referem aos efluentes da ETE<sup>18</sup> estes passarão pelo sistema de filtração destinando-se à irrigação de uma área de 10.000m<sup>2</sup> conservada pelo empreendimento. Além disso, a este foi concebido para o uso racional da água. Por outro lado, a partir de estudos e medições de consumo realizado *in loco* e tomando por base o efetivo consumo de água pelos hóspedes, chegou-se ao consumo *per capita* de 90 litros/hóspede/dia, portanto, inferior ao utilizado em Hotéis, que é de 120 litros/hóspede/dia<sup>19</sup>.

Vale ressaltar que o sistema adotado pelo empreendimento no tratamento de esgoto é silencioso e isento de odores e aerossóis. Em especial, os resultados de análises laboratoriais do esgoto afluente e efluente demonstram a eficiência do tratamento proposto no Projeto de Reúso. A respeito da caixa elevada de reúso é totalmente independente do sistema de água potável.

Cabe, a caixa de reúso receber água limpa, na qual, são realizados através da caixa piezométrica intermediária impedindo qualquer refluxo, mesmo transientes que possa contaminar a água potável. Se, por exemplo, deixar de chegar água de reúso, a caixa passa a receber água da caixa piezométrica, na qual é alimentada pela caixa de água potável.

---

<sup>18</sup> ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

<sup>19</sup> Fonte: Projeto Reúso (2001). A Literatura informa o consumo esperado em Hotéis e não em Motéis e que o tempo de permanência esperado no primeiro caso é de 1 dia e no segundo caso, não chega em média 2 horas.

Os valores monetários são para o ano de 2001. Observa-se que os custos de implantação são significativos, alcançando o patamar de aproximadamente metade de um milhão de dólares. Deste total de US\$ 454 mil, o item de custo mais relevante é o correspondente ao equipamento ultravioleta, que reduz o nível de elementos poluentes na água servida, como será detalhado a seguir no texto deste Capítulo. Somente este equipamento é responsável por pouco mais de 30% do custo total de implantação da ETE. Outro componente relevante é a *Bomba Centrífuga*, com um custo aproximado de US\$ 90 mil dólares.

Tabela 4.1 - Custos Financeiros envolvidos na implantação da ETE para o tratamento da água de esgotos no Projeto Reúso.

<b>Itens</b>	<b>Custos de Equipamentos – implantação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).</b>	<b>Ano (s)</b>	<b>Valores U\$</b>
01	Painel e Quadro de Comando	0	67.926,26
02	Equipamento Ultravioleta	0	124.082,73
03	Equipamentos	0,1,2,3...11	55.518,00
04	Bombas com Módulo Lógico	0	19.431,30
05	Controlador Industrial	0	45.455,36
06	Chave Bóia	0	1.915,37
07	Purificador de Líquido	0,1,2,3...11	26.648,64
08	Bomba Centrífuga Submersível e Aerador	0	87.171,56
09	Válvula Borboleta, Wouter e Niágara.	0	26.318,28
10	Custo Total de Equipamentos em (U\$)		454.467,50
	Tratamento da água de esgoto com o Projeto Reúso		Valores R\$
01	Projeto	0	3.000,00
02	Construção civil	0	30.000,00
03	Montagem elétrica e hidromecânica	0	5.000,00
04	Obras	0	5.000,00
05	Análises laboratoriais (convertido em U\$)	1, 2, 3.. 11	9.565,73
06	Manutenção da Instalação Elétrica (convertido em U\$).	0,1,2,3...11	6.939,75
	Tratamento do esgoto com a implantação da ETE em dólares.	1, 2,3... 11	135.869,18
	Custo Total de implantação e operação em (U\$).	11	590.336,68

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Valor total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

#### 4.4.1 Especificidades dos custos: Projeto Reúso

Muitos aparelhos mencionados no Projeto requerem novas tecnologias, na qual, abarcam altos custos. Assim, compõem gastos para sua efetivação na ETE para o reúso da água. Entretanto, são indispensáveis, para atender às exigências operacionais da Estação de Tratamento de esgoto.

Vale ressaltar que o Painel de Comando tem uma relevante função para a Estação de Tratamento de Esgoto, em decorrência de que a operação desta Estação será automatizada. Por exemplo, quando se atinge o nível mínimo admissível do reservatório de água de reúso, haverá um alerta à administração do empreendimento na iminente falta de água, em que, as caixas de descargas dos banheiros, por intermédio desta tecnologia, providenciem alimentação do circuito com água limpa. Apresentado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Custo do painel de comando

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Projeto específico para a ETE/Flamingo	900,00
Confecção do Painel de Comando	7.000,00
Adequação na confecção do Painel	280,00
Quadro Comando	8.145,00
Custo Total	16.325,00
Custo Total (Dólar) U\$	45.316,56

Fonte: adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Contudo, o Quadro Comando possui alguns componentes a serem acessados externamente pelo operador, como por exemplo: Chave Geral tipo “T”, que liga o quadro; botão que liga a Estação de Tratamento, na qual, dispara o ciclo de tratamento constituído pelas Bombas da fossa séptica, Aeradores, Bomba de retorno de lodo e bomba de esgoto tratado para os filtros. O botão de cor vermelha desliga a ETE e o verde liga a Estação Elevatória de Água de Reúso e aciona as bombas que recalcam a água de reúso para o reservatório elevado situado na Torre. Ainda assim, compõem algumas lâmpadas, na qual, são utilizadas para indicar defeitos nos equipamentos, conforme a Tabela 4.3.

Considerando que, o operador deve acionar a manutenção dos equipamentos quando existir algum tipo de sobrecarga, pois, o Quadro Comando dispõe de relés térmicos de proteção, na qual, além de sinalizar o defeito *a priori*, também desliga o equipamento. Neste contexto, os serviços de manutenção do Quadro Comando somente devem ser realizados por técnico especializado e sob orientações do Engenheiro responsável pela operação da ETE.

Tabela 4.3 – Custo do quadro comando de uma Estação de Tratamento de Esgoto com elevatórias

Quantidade	Descrição	Valor
01	Quadro Comando	8.145,00
	Custo Total (Dólar) U\$	22.609,70

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

O quadro comando apresentado na Tabela 4.3 compõe-se de um sistema eficaz contra coliformes fecais, que são organismos presentes em efluentes. É o sistema Ultravioleta (UV)<sup>20</sup>, sendo projetado para quase todos os fluxos e para diversas qualidades da água a ser tratada. O fato é que possui um dispositivo indicador da intensidade de irradiação de luz ultravioleta com, alarme sonoro que indica o momento de limpeza do tubo. Desta forma, oferece grandes benefícios ao operador. Tendo em vista que reduz o tempo gasto em manutenção do sistema permitindo a alimentação de: Motores, Eletro Calhas e Eletro Dutos.

Tabela 4.4 - Custo do equipamento ultravioleta

Quantidade	Unidade	Especificação	Valor Unitário	Valor Total
01	01	Equipamento de ultravioleta marca Sanitron 550 B.	9.700,00	9.700,00
		Custo Total		9.700,00
		Custo Total (Dólar) U\$		26.926,23

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

<sup>20</sup> UV - (Dispositivo Ultravioleta)

Além disso, o sistema operacional do aparelho de desinfecção por ultravioleta, além de possuir alarme sonoro/visual, cuja finalidade é indicar pelo dispositivo de lâmpadas a limpeza pela qual passa toda a água destinada à caixa elevada de reuso é relevante também sem que haja necessidade de parar o sistema, bem como, o bombeamento. A utilização da energia ultravioleta é apropriada para matar bactérias em efluentes. Sendo aplicada de maneira crescente e a maioria dos engenheiros e operadores estão se familiarizando com esta tecnologia UV. Apresentado na Tabela 4.4.

Contudo, é considerada uma tecnologia de ponta, sendo de origem européia e norte-americana. A ultravioleta está sendo incorporada como parte integral em Estações de Tratamento de Efluentes, sobretudo nas últimas duas décadas devido às pesquisas que mostraram que o Cloro é carcinomatoso. O fato é que os benefícios reconhecidos do Ultravioleta são por sua não toxicidade. Não se adiciona o Cloro e não agride o meio ambiente (PROJETO REÚSO, 2001), apresentado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Custo do aparelho de desinfecção por ultravioleta

<b>Quantidade</b>	<b>Modelo</b>	<b>Valor</b>
01	Trojan UV 3050K-PTP	35.000,00
	Custo Total (Dólar) U\$	97.156,50

Fonte: Adaptado do Projeto Reuso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Convém salientar que, o uso dos parâmetros laboratoriais no tratamento de esgotos consiste, basicamente, em separar os poluentes contidos no esgoto sob diversas formas na água, devolvendo esta última ao meio ambiente na forma menos poluída. Em geral, os poluentes estão no esgoto em forma de partículas sólidas e as tecnologias existentes consistem em separá-las da água. Os Coliformes totais e fecais são exemplos destes poluentes. Apresentados na Tabela 4.6 compoendo a análise para garantir a qualidade da água.

Tabela 4.6 - Custos das análises laboratoriais - Objeto de Análise: Poço semi-artesiano

<b>Tipos de Análises</b>	<b>Valor</b>
Contagem padrão em placas	26,00
Coliformes totais e fecais	26,00
pH	10,00
Dureza total	10,00
Cloretos	16,00
Alcalinidade total	10,00
Teor de ferro	17,50
Teor de óleos e graxas	25,00
Bicarbonato de cálcio	10,00
Bicarbonato de magnésio	15,00
CO <sub>2</sub> Dissolvido	10,00
Turbidez	10,00
Características organolépticas	10,00
Subtotal	210,50 x 02 = 421,00
Total com desconto	356,00
Custo Total (Dólar)	988,22

Fonte: Metodologia Aplicada: Standard Methods of Wastewater and Water – 20ª Edição e Laboratório credenciado junto ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária com Controle de Qualidade Analítica Interno.

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Contudo, a análise dos parâmetros em poços artesianos deve se proceder periodicamente, para avaliar o desempenho operacional do sistema. Vale ressaltar que, entre, os mencionados na Tabela 4.7, os que podem ser facilmente medidos no local são: o pH e os Sólidos. Entretanto, nos outros Parâmetros, as amostras devem ser coletadas e os valores determinados em Laboratório de análises especializados.

Tabela 4.7 - Custo das análises das águas provenientes de poços artesianos

<b>Parâmetro</b>	<b>Frequência</b>	<b>Valor/Amostra</b>
Contagem padrão de bactéria	Mensal	20,00
Coliformes fecais e totais	Mensal	30,00
Pseudomas sp	Mensal	20,00
pH	Mensal	3,00
Dureza total	Mensal	3,00
Cloreto	Mensal	3,00
Alcalinidade total	Mensal	3,00
Teor de ferro	Mensal	5,00
Óleos e graxas	Mensal	20,00
Bicarbonatos de cálcio	Mensal	3,00
Sólidos totais	Mensal	10,00
Resíduo mineral fixo	Mensal	5,00

Taxa de coleta	Mensal	15,00
Custos Totais		140,00
Custos Totais (Dólar) Us\$		388,62

Fonte: Metodologia Aplicada: Standard Methods of Wastewater and Water – 20ª Edição e Laboratório credenciado junto ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária com Controle de Qualidade Analítica Interno.

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Destacamos ainda, o demonstrativo da análise de água residuária em cada ponto das estações de tratamento é o despejo líquido descarregado nos coletores de esgotos. No entanto, permeiam as análises laboratoriais na função de se obter a melhor qualidade do efluente tratado até o nível de reúso. Apresentado na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Custos de análise de água residuária<sup>21</sup> proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto

Ponto	Parâmetros	Valor
Efluente Bruto	pH, DBO <sup>22</sup> , SNF (total e volátil), sólidos sedimentáveis.	40,00
Efluente Tanque Séptico	Idem	40,00
Efluente do Iodo Ativado	Idem	40,00
Efluente da filtração terciária	Idem	40,00
Efluente do sistema UV	Idem	40,00
Taxa de coleta	-	20,00
Custo Total	-	220,00
Custo Total (Dólar) U\$		610,69

Fonte: Metodologia Aplicada: Standard Methods of Wastewater and Water – 20ª Edição e Laboratório credenciado junto ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária com Controle de Qualidade Analítica Interno.

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

É necessário o parecer técnico sobre a qualidade bacteriológica da água. Sendo este realizado mensalmente para verificação da qualidade sanitária da fonte de água. Os resultados obtidos terão seus valores restritos à amostra analisada segundo os parâmetros da Tabela 4.9. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é

<sup>21</sup> Água Residuária – É o despejo líquido descarregado nos coletores de esgotos e que tem como origem as residências, os estabelecimentos comerciais e as indústrias (MANCUSO, 2003:555).

<sup>22</sup> DBO (Demanda bioquímica de oxigênio). É uma medida da força poluidora de um despejo biodegradável no oxigênio dissolvido da água (MANCUSO, 2003:560).

relevante para se medir à quantidade de matéria orgânica das águas naturais e dos esgotos que contem substancias tóxicas.

Tabela 4.9 - Custo dos parâmetros sobre a qualidade bacteriológica da água

<b>Parâmetros</b>	<b>Valor Total/Ponto</b>	<b>Número de Pontos</b>	<b>Valor Final</b>
Temperatura, Alcalinidade Total, pH, Turbidez, Cor, Cloreto	21,00	5	105,00
Sólidos Suspensos, DQO, BOD, OD, Amônia, Nitrato, Nitrito	35,00	5	175,00
TKN, P-total, P-org, P-inorg, Óleos e Graxas, Nitrogênio Orgânico	50,00	5	250,00
Coliformes Fecais e Totais	30,00	5	150,00
Taxa de coleta	10,00	5	50,00
Valor médio por determinação	6,64	-	6,64
<b>Custo Total</b>	<b>146,00</b>	<b>5</b>	<b>730,00</b>
<b>Custo Total (Dólar) U\$</b>			<b>2.026,40</b>

Fonte: Metodologia Aplicada: Standard Methods of Wastewater and Water – 20ª Edição e Laboratório credenciado junto ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária com Controle de Qualidade Analítica Interno.

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Além disto, os componentes apresentados na Tabela 4.10 são indispensáveis à montagem de sinalizadores para indicação do estado de conservação das Bombas. Desta forma, integrando-se a instalação pretendida.

Tabela 4.10 - Custo de Bombas com Módulo Lógico

<b>Quantidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
01	Desenvolvimento do Software, montagem, teste e painel para controle.	7.000,00
	<b>Custo Total (Dólar) U\$</b>	<b>19.431,30</b>

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Faz-se necessário o controlador industrial composto por Painel de Comando e do Controlador Inteligente sendo responsável pela não ligação manual dos equipamentos. Contém um suporte de até 80 mensagens de texto para operação. Apresentado na Tabela 4.11.



Tabela 4.11 - Custo controlador industrial

Item	Qtd.	Descrição	Custo Unitário	Custo Total
01	01	Controlador industrial MCT/02 compacto com CPU 209,	R\$ 1.358,00	1.358,00
02	01	Painel de comando e acessórios para montagem	R\$ 4.614,00	4.614,00
03	01	Fonte de alimentação 20W	R\$ 112,00	112,00
04	05	Controlador inteligente STC soft-start	R\$ 976,00	4.880,00
05	01	Serviços para programação e documentação	R\$ 5.411,00	5.411,00
		Total de Custos (R\$)		16.375,00
		Total de Custos (U\$)		45.455,36

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Vale observar que os custos da instalação elétrica referem-se aos trabalhos operacionais contabilizados pelos preços conforme a variação cambial do dólar; hora normal trabalhada: R\$ 60,00 h/h; horas extras acréscimos de 50% após 8 horas trabalhadas normais; horas extras noturnas: acréscimo de 30% sobre as horas extras; horas de viagem: cobradas como horas trabalhadas; sábado hora extra a 50% e domingo a 100%, apresentados na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Custo instalação elétrica

Item	Quantidade	Descrição	Valor Total
01	01	Projeto de instalação elétrica	900,00
02	01	Supervisão de instalação	900,00
03	01	Start-up	700,00
		Custo Total	2.500,00
		Custo Total (Dólar) U\$	6.939,75

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Contudo, a Chave-Bóia – ABS, descrita na Tabela 4.13 é o regulador mais eficiente no controle de níveis-líquidos. Sua avançada concepção substitui o contato do mercúrio em ampolas de vidro por micro interruptor. Caso haja a queda da ampola tem-se a contaminação do líquido. Entretanto, não ocorre com o uso da

Chave-Bóia, pois, possui um invólucro de polipropileno resistente à maioria dos produtos químicos e a eventuais impactos ambientais.

Tabela 4.13 - Custo chave bóia

<b>Quantidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
01	Modelo ABS	690,00
	Custo Total (Dólar) U\$	1.915,37

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Destacamos ainda o purificador de líquido com o Sensor UV é eficaz contra coliformes fecais, que são os organismos mais presentes em efluentes. Sob estes pressupostos, a capacidade do sistema UV de fornecer o nível desejado de destruição dos microorganismos é influenciada por dois fatores principais: transmissão dos raios UV através do líquido e o Fluxo.

Para compreender a transmissão dos raios UV através do líquido, estes variam muito com as mudanças em BOD, turbidez e cor. Quanto maior a quantidade de BOD dissolvido no líquido, maior será o nível de UV necessário. Quanto ao Fluxo, em que, a quantidade e potencia das lâmpadas serão necessárias para resultar em desinfecção é diretamente proporcional ao Fluxo.

Nestas considerações, é melhor levar em conta as piores condições do efluente quando selecionar/dimensionar o equipamento UV, pois evitaria, por exemplo, quando o Fluxo fosse alto os BOD normalmente têm níveis alto devidos á sobrecarga da estação de tratamento em si. Apresentados na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 - Custo purificador de líquido modelo in line 20

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Valor do equipamento modelo In Line 20 (5.905 l/h)	6.500,00
Sensor UV	2.400,00
Limpador manual	700,00
Custo Total	9.600,00
Custo Total (Dólar) U\$	26.648,64

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Vale observar que, a relevância da Bomba Submersível encontra-se no processo do primeiro bombeamento, na qual, transfere o Esgoto Bruto acumulado na fossa séptica para o reator. Onde, haverá o bombeamento do lodo gerado para o início do processo, localizado na fossa séptica. Assim, o esgoto, depois de tratado no reator, será transferido para a caixa de distribuição das valas de infiltração.

Deste modo, toda a água do esgoto tratado que não infiltrar será acumulado em caixas construídas unicamente para esta finalidade. Destas caixas, após desinfecção, serão bombeadas para o reservatório elevado destinado ao acúmulo de água de reúso. Apresentado na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 - Custo da Bomba Centrífuga Submersível

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
2 x de conjunto moto bomba centrífuga submersível, modelo PIRANHA 08D, toda em ferro fundido (A 48 CL 30), com rotor F°, simples estágio, com motor elétrico trifásico de potência 1,7 CV, 3220 rpm 2, pólos, 60 Hz, IP 68, isolamento classe F, 200 V, 5,0m de cabo elétrico com pintura conforme padrão ABS.	706,00
<b>Custo Total</b>	<b>706,00</b>
<b>Custo Total (Dólar) U\$</b>	<b>1.959,78</b>

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Ainda há que se considerar que, o Aerador Submersível é um equipamento relevante na resfrição do ar, o que permite operações contínuas, sem a necessidade de um resfriamento auxiliar. A finalidade deste equipamento é de injetar ar na massa líquida contida no reator propiciando a geração de oxigênio. No processo de Lodos Ativados, a aeração produz uma adequada oxigenação da massa líquida para ser usada pelos microorganismos. Desta forma, provendo uma homogeneização e uma floculação que é sedimentada no decantador. O Aerador foi projetado para realizar todas essas funções de forma conjunta e econômica. Apresentado na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 - Custo Aerador Submersível

<b>Quantidade</b>	<b>Modelo</b>	<b>Valor</b>
01	15TR/15KW/60HZ 220V, trifásico, marca Tsurumi	4.650,00
	Custo Total (R\$)	4.650,00
	Custo Total (U\$)	12.907,93

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Considerando a relevância das Bombas Centrífugas, em que, o líquido bombeado é o Esgoto Tratado e Filtrado; podendo ainda ser o Sobrenadante de Fossa Séptica. Apresentado na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 - Custo de Bombas Centrífugas

<b>Item</b>	<b>Bomba Modelo</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Valor Unitário</b>	<b>Valor Total</b>
1	Robusta 801 T	02	R\$ 1.731,00	3.462,00
Alt. 1	Robusta 800 T	02	R\$ 1.030,00	2.060,00
2	Robusta 1001 T	02	R\$ 1.893,00	3.786,00
Alt. 1	Robusta 400 T	02	R\$ 706,00	1.412,00
3	Robusta 701 T	02	R\$ 1.601,00	3.202,00
Alt. 1	Robusta 700 T	02	R\$ 759,00	1.518,00
4	Robusta 701 T	01	R\$ 1.601,00	1.601,00
Alt. 1	Robusta 700 T	01	R\$ 759,00	759,00
	Custos Totais (R\$)			17.800,00
	Custo Total (U\$)			49.411,02

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Partindo destes pressupostos, os conjuntos de Motos Bomba Submersível Flygt possuem a melhor condição operacional para o Projeto Reúso. O líquido bombeado é o Esgoto Tratado. O fato é que possuem a menor potência a um menor custo, apresentadas nas Tabelas 4.18 e 4.19.

Tabela 4.18 - Custo Motos Bomba Submersível Flygt

Item	Qtd.	Descrição	Valor Unitário
01	01	Conjunto moto bomba submersível FLYGT Modelo CP 3102 MT 63.434 Descarga flangeada Ø 3" Tipo de instalação : Fixa Potência nominal : 3,7 kW Tensão de operação : 220/380 V Tipo de partida : direta Materiais : Carcaça FoFo/Rotor: FoFo Acompanha 10 metros de cabo elétrico Kit de acessórios de instalação	2.990,00           481,00
		Custo Total (R\$)	3.471,00
		Custo Total (U\$)	9.635,14

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Tabela 4.19 - Conjunto Moto Bomba Submersível

Item	Qtd.	Descrição	Valor Unitário
02	01	Conjunto moto bomba submersível FLYGT Modelo MP 3085 HT 63.252 Descarga flangeada Ø 2" Tipo de instalação: Fixa Potência nominal: 3,0 kW Tensão de operação: 220/380 V Tipo de partida: direta Rotor com triturador na sucção Materiais: Carcaça FoFo/Rotor: FoFo Acompanha 10 metros de cabo elétrico Kit de acessórios de instalação	4.426,00           350,00
		Custo Total (R\$)	4.776,00
		Custo Total (U\$)	13.257,69

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Convém ressaltar que as Válvulas Wouter Eurovalve e válvula niágara são produzidas para projetos que requerem alta tecnologia. Portanto, utiliza-se de uma metodologia e em projetos com características exclusivas. Não obstante, essas válvulas possuem características que garantem um bom desempenho funcional. A válvula niágara, por exemplo, integra uma vedação de alta tecnologia oferecendo

resistência e garantia de estanqueidade evitando oxidação assegurada e prolongando sua vida útil. Apresentada nas Tabelas 4.20 e 4.21.

Tabela 4.20 - Custo Válvula Wouter Eurovalve

Quantidade	Descrição	Valor
01	Válvula Eurovalve	2.230,00
	Custo Total (Dólar) U\$	6.190,25

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Tabela 4.21 - Válvula Niágara

Qtd.	Preço unitário	Descrição	Valor
01	2.791,00	Válvula Niágara, tipo Wafer, para montagem entre flangos padrão ANSI/DIN/ABNT, classe 150 libras, carretel de vedação substituível, construção conforme API-609. Corpo: ferro fundido ASTM-A. 126 CL. B Disco: aço inoxidável: ASTM-A 351 CFB Eixo: aço inoxidável AISI – 304 Sede: Carretel de vedação em Buna-N Acionamento: Atuador eletromecânico ON-OFF, alimentação: 220Vom/1/180 hz. Tempo de abertura/fechamento: 27 seg. Diâmetro nominal: 6°	2.791,00
		Custo Total (Dólar) U\$	7.747,53

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Neste contexto, a válvula borboleta é relevante na vedação integral entre os dois procedimentos, ou seja, na coleta da água clarificada (esgoto tratado) e quando fechada permitirá o funcionamento dos aeradores (processo de tratamento de esgoto), com atuador elétrico. Apresentados na Tabela 4.22 e 4.23.

Tabela 4.22 - Custo Válvula Borboleta

<b>Equipamento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Válvula e montagem	AVK Brasil Ltda, que será responsável pelo fornecimento e pela montagem do conjunto válvula e atuador	350,00
Atuador elétrico	EMH Ltda.	1.880,00
	Custo Total	2.230,00
	Custo Total (Dólar) U\$	6.190,25

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Tabela 4.23 - Custo Válvula Borboleta Tipo Wafer

<b>Quantidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
01	Válvula Borboleta tipo Wafer	2.230,00
	Custo Total (Dólar) U\$	6.190,25

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

Vale observar que, de acordo com as análises dos custos perfazendo um total de US\$ 590.336.68, nos investimentos do Projeto Reúso de Água, constatou-se que este abarca um alto custo no sistema de infra-estrutura. Composto por uma extensa rede coletora, estação elevatória e estação de tratamento com equipamentos de altas tecnologias alemã e italiana em operações automatizadas, digo, sem a interferência humana, sendo controlada através de Painéis de Comando.

#### **4.5 Ganhos (Benefícios) Privados ou Financeiros do Projeto**

É preciso salientar que em termos monetários o Projeto não apresenta a quantificação do valor economizado pelo consumo de água. Contudo, o empreendimento foi concebido para o uso racional da água, possuindo aparelhos economizadores de água pouco contemplados na literatura.

O fato é que a partir de estudos e medições de consumos realizados *in loco* e tomando por base o efetivo consumo de água dos clientes, chegou-se ao consumo *per capita* de 90 litros/hóspede/dia. Sendo, inferior ao utilizado em Hotéis, que é de 120 litros/hóspede/dia. Desta forma, adotamos como parâmetro o valor de 90 litros/hóspede/dia no dimensionamento da ETE, para se estimar o consumo de água

no empreendimento. Em suma, a construção do empreendimento foi realizada em três etapas, são elas:

- ❖ A primeira etapa, já edificada compõe-se de 46 quartos. Estão previstas até 2 ocupações diárias por quarto do Motel.
- ❖ A segunda etapa, em construção (ano de 2001) compõe-se das instalações do Posto de gasolina, incluindo 50% das lojas, totalizando cerca de 500 m<sup>2</sup>;
- ❖ A terceira etapa, prevista para 2003, será composta pelos 48 quartos restantes do Motel e das 50% lojas restantes do Posto. Estão previstas até 2,5 ocupações diárias por quarto do Motel.

Diante estas considerações, a análise do consumo de água será baseada na primeira etapa, por estar concluída na época do Projeto Reúso. Faz-se necessário representar por estimativas a percentagem do consumo de água economizada, servindo de base através do dimensionamento da ETE; “Receita” = redução de gastos com água.

Assim, adotamos o parâmetro de 90 litros/hóspede/dia do consumo *per capita*. A partir destas colocações temos que, os 184 hóspedes diários em 30 dias consumirão: 496.800 litros de água / 92 ocupações diárias (sendo contabilizado 2 hóspedes em cada ocupação). Isso equivale uma economia de aproximadamente 30% em relação a um empreendimento similar que não reusa água. Portanto, essa economia representa um lucro significativo para o empreendedor, em fazer o reúso da água.

Em suma, a relevância da água de reúso é a de preservar água potável, exclusivamente, para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como o abastecimento humano. Desta forma, reduzir o consumo de água. A empresa obteve além dos ganhos financeiros provenientes da economia de água, também angariou uma melhora em sua imagem junto ao público (vizinhança) o reflexo de sua responsabilidade social e ambiental.

É preciso salientar que o tratamento de efluentes conta com uma Estação de Tratamento da Água, na qual, o efluente final é reutilizado pela empresa. Deste modo, houve uma economia direta. A empresa cortou do seu orçamento futuros gastos com pagamento de multa ambiental, em virtude de lançamentos de seus



efluentes fora do padrão, bem como a cobrança pelo uso da água de acordo com o princípio usuário-pagador. Além, é claro, de não ter que arcar com os custos de pagamento pela compra da nova quantidade de água obtida pelo reúso, visando reduzir os custos da utilização da água cobrada.

Vale observar que, o investimento realizado com a modernização da ETE obteve também uma tecnologia limpa. Em termos de ganhos financeiros, o que é economizado por mês com a água não comprada, vai amortizando o investido na modernização da estação. Além disso, o investimento passa a integrar um patrimônio do ativo empresarial.

Logo, há vantagem econômica de investir em reúso e com isso contribuir para a melhoria da qualidade ambiental. Pode-se afirmar que, ao reduzir o volume distribuído pelas companhias se economiza no seu pagamento e além de investir em tecnologias que permitirão a redução de efluentes lançados em corpos de água. Bom para o empreendedor, para o meio ambiente e para a sociedade como um todo.

Assim, os ganhos Privados ou Financeiros do Projeto são aqueles advindos da instalação da ETE. O tratamento do esgoto, com o consumo da água adquirido pelo reúso. Desta forma, viabilizando a implantação do Projeto dentro da APA. Valor estimado de consumo em aproximadamente 30%. Na Tabela 4.1 se apresentam os custos financeiros adversos contabilizados para efetivar sua implantação.

Por outro lado, a valoração monetária neste estudo caso, pode inserir um método baseado na disposição a pagar, ou seja, de acordo com o conceito do VET<sup>23</sup>. Entretanto, este conceito só se aplica aos recursos não essenciais, pois, o valor de um recurso essencial é linearmente elevado.

Assim sendo, o cálculo do VET mediante a disposição a pagar pelo uso e conservação do recurso água advinda dos benefícios ambientais com o reúso, se apresentam pela soma aos custos totais. Portanto, para efeito de cálculo o VET iguala-se ao valor de uso mais, o valor de opção.

Partindo destes pressupostos, o valor de uso está inserido nos custos do investimento no sistema de tratamento de esgoto, permitindo um ciclo de reposição da água circulante no empreendimento com o sistema reúso (internalizando

---

<sup>23</sup> VET - Valor Econômico Total

externalidades negativas, por exemplo: poluição e odores). Desta forma, minimizando os impactos de vizinhança.

Quanto ao valor de opção é representado pelo custo do investimento. Logo, estão inclusos aqueles investidos em manutenção e operacionalização do sistema de tratamento de esgotos. Assim, temos:

VET = Valor de uso	+	Valor de opção
US\$ 295.168,34	+	US\$ 295.168,34
VET = US\$ 590.336,68		

O valor encontrado de US\$ 590.336,68 inclui todos os custos envolvidos no processo de implantação tecnológica e ambiental da prática do reúso da água incluindo a continuidade do valor de uso (VU). Tais considerações, ao valor de uso são dadas pelo custo do investimento do sistema de tratamento dos efluentes implantado na APA (Área de Proteção Ambiental) e sua adequação na qualidade da água a ser reutilizada e aproveitada no empreendimento.

E o valor de opção é derivado dos gastos requeridos na qualidade das águas nos corpos receptores, que terão um tempo indeterminado de manutenções, pois, trata-se de uma área de mananciais.

O fato é que o Projeto Reúso apresenta uma particularidade, na qual, sua atratividade é menor sob o ponto de vista do setor privado, na qual, os benefícios sociais suplantam os benefícios privados. Desta forma, sugere que, sua análise isolada não seria suficiente para sua implantação.

É relevante empregar simultaneamente uma Análise Custo Benefício, na óptica privada. Portanto, trazer os benefícios diretos para essa avaliação. Assim, utilizando o método comparativo da ACB, suas vantagens e as desvantagens na identificação da validade de um empreendimento.

Neste estudo de caso, pelas considerações atribuídas ao perfil do Projeto é pertinente considerar as políticas públicas que visam impulsionar os agentes econômicos em uma trajetória de sustentabilidade no uso e exploração dos recursos naturais, tais como os instrumentos econômicos que proporcionam subsídios e taxas menores para determinadas atividades. Desta forma, lançando mão dos regulamentos e sanções quando da ocorrência de danos ambientais.

Vale ressaltar que a internalização das externalidades é incorporada aos custos sociais com o sistema de reúso. Entretanto, têm-se indicativos da eficácia das políticas públicas que dão suporte técnico-administrativo para a objetiva manutenção da Área de Proteção Ambiental - APA.

Portanto, deverão priorizar essas atividades. Assim, inferir numa análise privada de custo-benefício visando uma valoração monetária destes atributos em valor de opção, ou seja, aquela valoração referente a bens e serviços ambientais, de usos diretos e indiretos.

Convém salientar ainda que, o valor de uso, passa a contabilizar os beneficiários do uso direto e uso indireto. Como beneficiários diretos têm a população local que residem no entorno, tendo em vista que se beneficiam quando se reduz os impactos de vizinhança tais como (poluição, ruídos e odores), e também a geração de empregos com a implantação da ETE, por exemplo, pessoal que trabalha na manutenção e operacionalização dos sistemas de tratamento de esgotos.

Destacamos ainda, os beneficiários de uso indireto, na qual, temos os atributos ambientais de preservação da APA, tais como: a manutenção do tratamento de esgoto (qualidade ambiental e social) e para a sociedade como um todo (ganho de bem-estar social).

Dentro das abordagens do uso direto existem ainda as reduções no consumo de água pelo sistema reúso, com sua reutilização da água dentro do empreendimento. Entretanto, esses valores em termos monetários não são contabilizados no Projeto de Reúso.

Na ótica econômica a relevância dos projetos se caracteriza pela sua eficiência e na combinação de fatores. Entre as duas óticas: a privada e a social, segundo Contador (2000, p.37), os “perfis não são necessariamente os mesmos. É de se esperar também que o mesmo projeto desperte interesses variados segundo a ótica e objetivos de quem, ou em nome de quem, o examina”.

Assim sendo, por exemplo, para atrair os investimentos empresariais, o governo pode oferecer incentivos fiscais ou outros atributos. Vale ressaltar que nem sempre o interesse do governo corresponde ao da economia. “Por isso é importante qualificar bem a idéia da ótica social, sendo possível encontrar esferas do governo para as quais o projeto é interessante” (CONTADOR, 2000, p.39).

Conforme a classificação de projetos observa-se que no estudo de caso sobre o reúso, a correspondente célula do tipo III. O fato é que são viáveis na perspectiva da economia como um todo. Entretanto, do ponto de vista do empresário há ponderações. Em suma, estes quesitos se referem ao estímulo na forma de subsídios, isenção fiscal ou ainda concessão de financiamentos subsidiados. Certamente, para que haja uma maior eficiência num sistema competitivo, os empresários devem possuir um particular interesse em desenvolver projetos deste tipo.

#### 4.6 Descontos do Fluxo de Benefícios e Custos

Para cálculo dos custos e benefícios é necessária a conversão em termos de valor atual ou valor presente. Não obstante, os benefícios são valorizados à medida que são mais cedo recebidos, ou seja, o custo é menos oneroso à medida que se protela o tempo. A taxa de desconto será de 5% permitindo desta forma, obter o fator de desconto e o valor presente em uma análise projetista de 11 anos; apresentação na Tabela 4.24. Obtêm-se os Custos e Benefícios utilizando-se da expressão:

$$VP = X_t [1/(1+i)^t],$$

Onde:

$X_t [1/(1+i)^t]$ , corresponde ao desconto

X= Benefício ou Custo

t= tempo em anos (0,1... 11)

i= taxa de desconto (i=i/100)

Tabela 4.24 - Desconto de Benefícios e Custos em Dólares

Ano	Benefício (+)	Custos (-)	Taxa de Desconto 5%	Benefícios Descontados	Custo Descontado
0	0,00	295.168,34	1,00	0,00	295.168,34
1	135.869,18	37.602,32	0,95	129.075,72	35.722,20
2	135.869,18	37.602,32	0,91	123.640,95	34.218,11
3	135.869,18	37.602,32	0,86	116.847,49	32.337,99
4	135.869,18	37.602,32	0,82	111.412,72	30.833,90

5	135.869,18	37.602,32	0,78	105.977,96	29.329,80
6	135.869,18	37.602,32	0,75	101.901,88	28.201,74
7	135.869,18	37.602,32	0,71	96.467,11	26.697,64
8	135.869,18	37.602,32	0,68	92.391,04	25.569,57
9	135.869,18	37.602,32	0,64	86.956,27	24.065,48
10	135.869,18	37.602,32	0,61	82.880,19	22.937,41
11	726.205,86	37.602,32	0,58	336.632,96	21.809,34
Total	2.084.897,66	708.793,86	-	1.384.184,29	606.891,52

Nota: Custo total convertido em dólares, à cotação de U\$ 2.7759.

#### 4.7 Aplicação do teste de Valor Presente Líquido (VPL)

Para cálculo do VPL<sup>24</sup> é realizado através da soma algébrica dos valores dos fluxos do projeto. Entretanto, sempre atualizada à taxa ou taxas de desconto. O fato é que o VPL positivo significa que o projeto é viável e terá a preferência entre os demais. O VPL > 0 é o critério de aceitação baseado no princípio do bem-estar de KALDOR-HICKS. Assim, pela expressão abaixo se encontra a RBC<sup>25</sup> descontados numa análise projetista de 11 anos, apresentados na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 - Relação dos benefícios e custos descontados em dólares

Ano	Benefícios Descontados (5%)	Custos Descontados (5%)	Valores Descontados	RBC
0	0,00	295.168,34	-295.168,34	
1	129.075,72	35.722,20	135.689,62	
2	123.640,95	34.218,11	129.976,37	
3	116.847,49	32.337,99	122.834,82	
4	111.412,72	30.833,90	117.121,57	
5	105.977,96	29.329,80	111.408,33	
6	101.901,88	28.201,74	107.123,38	
7	96.467,11	26.697,64	101.410,14	
8	92.391,04	25.569,57	97.125,21	
9	86.956,27	24.065,48	91.411,96	
10	82.880,19	22.937,41	87.127,02	
11	336.632,96	21.809,34	425.237,36	
Total	1.384.184,29	606.891,52	-----	<b>2,28</b>
<b>VPL</b>	-----	-----	<b>1.231.297,44</b>	

<sup>24</sup> VPL – Valor Presente Líquido

<sup>25</sup> RBC - Relação Benefício-Custo.

$$VPL = \sum_{t=0} \{Bt [1/(1+i)^t] - Ct [1/(1+i)^t]\}$$

Onde:

O fator de desconto corresponde a:  $[1/ (1+i)^t]$

B = Benefício

C = Custo

t = tempo em anos (0, 1, 2 ... 11)

i = taxa de desconto ( $i=i/100$ )

ou,

RBC<sup>26</sup>, descontados.

$$\sum_{t=0}^{t=11} \frac{B/(1+r)^t}{C/(1+r)^t} > 1$$

Onde:

B = Benefício;

C = Custo;

t = Tempo em Anos (0,1, 2...11) e,

r = Taxa de Desconto ( $r = r/100$ )

Conforme os dados obtidos na Tabela 4.25 obtiveram-se um VPL de US\$ 1.231.297,44 e a RBC de 2,28 considerando o critério de aceitação do Projeto,  $VPL > 0$  e  $RBC > 1$ . Não obstante, considera-se a soma dos benefícios descontados com os custos. Desta forma, obtêm-se uma análise de lucros ou perdas para o empreendimento.

O fato é que a TIR<sup>27</sup> é integrada para o critério de VPL, pois, para a TIR a taxa de desconto usada é aquela que resulta de um VPL de zero, sendo interpretada com sendo a taxa de retorno dos recursos usados em um Projeto; sendo posteriormente comparados ao Custo de Oportunidade do capital que poderia ser aplicado à taxa de

<sup>26</sup> RBC - Relação Benefício-Custo

<sup>27</sup> TIR - Taxa Interna de Retorno

mercado. Este indicador é um dos mais utilizados como parâmetros de decisão. Temos a aplicação da expressão:

$$\text{TIR} = j_1, \text{ tal que } \sum_{i=0}^{i=n} \{Bt [1/ (1+j)^i] - Ct [1/ (1+j)^i]\} = 0$$

Onde:

$j$  = Taxa de Desconto

$B_i$  e  $C_i$  = Fluxos de Benefícios e Custos

$i$  = Período

A TIR não será considerada para avaliar o projeto reúso, pois, o investimento está em função do bem-estar social e não do financeiro.

#### 4.8 Análise de sensibilidade

A retomada do cálculo do VPL<sup>28</sup> é recomendada quando os valores de alguns parâmetros são mudados, pois, existe o princípio da incerteza. Não obstante, a decisão do VPL dependerá da seleção da Taxa de Desconto, de modo que, quanto maior for a Taxa de Desconto menos relevante do ponto de vista econômico é o projeto. Está representado na Tabela 4.26, a variação do VPL às diferentes Taxas de Desconto (2%; 5% e 10%), numa análise projetista de 20 (vinte) anos. Segundo Richard (1998) *apud* Mancuso e Santos (2003) a análise “*life cycle cost*” assume uma vida útil de 20 anos.

O fato é que através da taxa de desconto haverá um único ponto no tempo, na qual, trará todos os custos e os benefícios para este ponto em análise. Segundo Pearce e Turner (1995, p.267-278), mencionam que, quanto maior for à taxa de desconto menor será sua importância associada ao futuro.

Assim sendo, haverá maior discriminação às gerações futuras, pois, quanto maior for à taxa de desconto, menor será o interesse dos empreendedores nos quesitos dos investimentos econômicos.

<sup>28</sup> VPL – Valor Presente Líquido

Tabela 4.26 - Variação do VPL às diferentes taxas de desconto (2% , 5% e 10%)

Ano	Valores Descontados (2%)	Valores Descontados (5%)	Valores Descontados (10%)
0	-295.168,34	-295.168,34	-295.168,34
1	139.974,56	135.689,62	128.548,02
2	137.117,94	129.976,37	114.264,91
3	134.261,31	122.834,82	99.981,80
4	131.404,64	117.121,57	85.698,68
5	128.548,07	111.408,33	71.415,57
6	125.691,44	107.123,38	57.132,46
7	122.834,82	101.410,14	42.849,34
8	119.978,20	97.125,21	28.566,23
9	117.121,57	91.411,96	14.283,12
10	114.264,95	87.127,02	0,00
11	111.408,33	82.841,89	- 14.283,12
12	108.551,70	75.700,50	- 28.556,23
13	105.695,08	68.558,95	- 42.849,34
14	102.838,45	61.417,39	- 57.132,46
15	88.555,34	54.275,83	- 71.415,57
16	85.698,71	47.134,27	- 85.698,68
17	82.842,09	39.992,72	- 99.981,80
18	79.985,47	32.851,16	- 114.264,91
19	77.128,84	25.709,61	- 128.548,02
20	462.462,10	0,00	0,00
VPL	2.281.195,27	1.294.542,40	- 295.158,34

Observa-se que a análise sensitiva referente ao VPL do Projeto é sensível, conforme a variação dos descontos. O VPL em função do tempo em 20 (vinte) anos, apresentados na Tabela 4.26 não é relevante economicamente chegando a ser nula nos descontos de 5% e 10%.

No entanto, a partir de 10 (dez anos) com a taxa de desconto de 10% passa a contabilizar valores negativos, chegando-se a ser nula aos 20 (vinte anos). O mesmo fato acontece com a taxa de desconto aos 5%. Fica claro, então, que a partir de 10 anos com taxa de 10%, há uma queda de valores e estes se apresentam negativos. Portanto, o Projeto se apresenta como não favorável aos lucros financeiros do empreendimento.

Observa-se o VPL aos 2% de desconto na Tabela 4.26 é de US\$ 2.281.195,27 e US\$ 1.294.542,40 em 5% de desconto. O fato é que o valor continua decrescendo até chegar a um valor negativo de US\$ -295.158,34, quando a taxa é de 10%. Assim, podemos concluir que o VPL em função do tempo traz incertezas



economicamente para o projeto e quanto maior forem as taxas de desconto, conforme demonstrado na Tabela 4.26.

Por outro lado, o VPL aos 5% de desconto para 11 anos apresentado na Tabela 4.25 é de US\$ 1.231.297,44 e para 20 anos (Tabela 4.26) este valor é incrementado por uma diferença significativa de US\$ 63.244,96, perfazendo um total de US\$ 1.294.542,40. Podemos concluir que, o Projeto continua sendo viável aos 20 anos. Entretanto com uma Taxa de desconto menor, ou seja, 2%. Assim, terá preferência entre os demais pela sua atratividade monetária (ganhos) e maior será sua importância associada ao futuro.

Vale observar que, para os valores descontados a 10% esse perfil confere mudanças, segundo a análise da Tabela 5.3. Veja os valores descontados abaixo e acima de 10 anos. O fato é que a partir do 1<sup>o</sup> (primeiro) ano, perfazem o somatório de  $\Sigma$  +- US\$ 642.740,13. Desta forma, apresenta as incertezas apesar da viabilidade do Projeto. Os lucros apresentam-se as Taxas de Desconto de: 2% e 5%. Em 10%, há uma diminuição significativa dos valores a partir do 9<sup>o</sup> (nono ano), chegando-se a um VPL negativo de US\$ -295.158,34.

O fato é que a análise referente ao VPL mostra-se sensível conforme a variação dos descontos. Não obstante, o VPL em função do tempo não é relevante economicamente, pois a partir de dez anos a taxa de desconto de 10% não há incremento e nem após 20 (vinte) anos a 5%, conforme demonstrado na Tabela 4.26.

Pode-se supor que dentre uma gama de fatores, os custos de operação e manutenção superem a capacidade de operar o sistema com novas tecnologias. Entretanto, as incertezas futuras geram expectativas para o investidor, na qual, deverá adotar um período pré-fixado para o retorno do investimento. Desta forma, recuperando o capital durante este período.

O Tratamento de Esgoto pela ETE<sup>29</sup>, possui sua base em saneamento com aplicabilidades de recursos tecnológicos em reaproveitamento de efluentes, na qual, geram receita para sua manutenção. Os lucros apresentam-se como uma alternativa no melhoramento da qualidade ambiental. E sob o ponto de vista do investimento temos a internalização de externalidades negativas, na qual, a construção da ETE

---

<sup>29</sup> ETE – Estação de Tratamento de Esgotos.

proporcionou ao empreendimento sua viabilidade de instalação com o Projeto de Reúso.

## 5 HIATOS ENTRE CUSTOS E BENEFÍCIOS SOCIAIS E PRIVADOS

### 5.1 Custos Sociais

É relevante qualificar bem a idéia da ótica social de projetos. Destacando os custos e os benefícios sociais. Ora, se existe um custo para a sociedade, por exemplo, no pico do consumo de água, o custo social é mais elevado. Pois, é exercido um aumento adicional naquela quantidade que era anteriormente demandada pela empresa. Assim, haverá um aumento no preço.

Como exemplo, a política tarifária praticada pela Caesb busca garantir o abastecimento de água e visa garantir o acesso aos serviços de saneamento básico. Portanto, quanto menor o consumo, menor o valor da alíquota cobrada; levando-se em consideração a faixa gasta por metro cúbico. Apresentação na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Faixa residencial popular por Volume e Alíquota

Residencial Popular			
	Faixa m <sup>3</sup>	Vol. Faixa	Alíquota Preço p/m <sup>3</sup>
1	0 a 10	10	1,07
2	11 a 15	5	2,00
3	16 a 25	10	2,62
4	26 a 35	10	5,00
5	36 a 50	15	6,04
6	> 50		6,61

Fonte: [www.caesb.df.gov.br](http://www.caesb.df.gov.br)

Estas considerações são fundamentais, pois, pesquisa realizada no site da Caesb obteve-se o cadastramento de um Condomínio Residencial, sito em Brasília-DF, na qual, demonstra o consumo faturado de água tendo início em abril/2007 a março/2008, Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Consumo faturado de água de um Condomínio Residencial

<b>Mês/ano</b>	<b>m<sup>3</sup> de água/litros l</b>	<b>Valor em R\$</b>
04/2007	1450 m <sup>3</sup> = 1450000 l	3.015,70
05/2007	833 m <sup>3</sup> = 833000 l	1.232,43
06/2007	1035 m <sup>3</sup> = 1035000 l	1.739,45
07/2007	1168 m <sup>3</sup> = 1168000 l	2.113,30
08/2007	1157 m <sup>3</sup> = 1157000 l	2.078,10
09/2007	1261 m <sup>3</sup> = 1261000 l	2.410,90
10/2007	2097 m <sup>3</sup> = 2097000 l	2.718,10
11/2007	1796 m <sup>3</sup> = 1796000 l	4.122,90
12/2007	1421 m <sup>3</sup> = 1421000 l	2.922,90
01/2008	1329 m <sup>3</sup> = 1329000 l	2.628,50
02/2008	1302 m <sup>3</sup> = 1302000 l	2.542,10
03/2008	1607 m <sup>3</sup> = 1607000 l	3.618,33

Fonte: [www.caesb.df.gov.br/agencia/servicos/consumoAgua.asp?NomeServico=Consu...](http://www.caesb.df.gov.br/agencia/servicos/consumoAgua.asp?NomeServico=Consu...)

Analisando a Tabela 5.2 temos que quanto maior o consumo de água em 1m<sup>3</sup> = 1000 (mil litros), maior o valor pago pelos moradores. Entretanto, há diferenças nas Alíquotas por m<sup>3</sup> consumido de água. Este Condomínio possui em média 04 (quatro) moradores por apartamento, com 74 (setenta e quatro) unidades residenciais (UR). Assim, perfazendo um total de 296 moradores. Isto equivale a dizer que ao se adotar os parâmetros, *litros/moradores/dias* de consumo deste condomínio temos que, os 296 moradores diários em 30 dias consumiram de abril/2007 a maio/2008 as seguintes quantidades por litro em 11 meses, sem utilizar-se do reúso. Conforme a Tabela 5.2.

A partir destas colocações temos que os cálculos com o sistema reúso com os 184 hóspedes diários em 30 dias consumirão 496.800 litros de água por 92 ocupações diárias. Em contrapartida, comparando com os registros dos moradores de um Condomínio sem utilizar-se do sistema reúso, há um aumento do consumo de água, em litros de aproximadamente, 800 mil litros não economizados. Entretanto, apesar da diferença das alíquotas em m<sup>3</sup> estes se apresentam relevantes nos custos associados ao consumo sem o reúso.

Dentre os resultados desta pesquisa considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais. Estes resultados são úteis tanto para os gestores públicos

quanto para a sociedade civil organizada (Comitê de bacias, usuários da água, etc.). Os resultados obtidos contribuem para:

- ❖ Consolidação da base científica para abordagem das questões relativas à gestão dos recursos hídricos e tecnologias aplicadas ao processo de reúso;
- ❖ Manejo eqüitativo para a otimização do uso da água;
- ❖ Mitigação da degradação ambiental;
- ❖ Geração de alternativas econômicas sustentáveis de uso dos recursos hídricos nas áreas de mananciais;
- ❖ Melhoria da qualidade de vida da sociedade; e
- ❖ Recomendações para os tomadores de decisão, visando à formulação de políticas públicas. Em especial, cremos que projetos de reúso não apresentam viabilidade financeira, ou seja, não são atraentes de uma perspectiva privada, exceto em casos específicos. Eles são atraentes de uma perspectiva econômica ou social, havendo necessidade de políticas públicas para que o reúso seja mais difundido.

Por apresentar alternativas sustentáveis de uso de recursos naturais finitos, um estudo bem sucedido nesta linha tem um significativo impacto na sociedade. Pois, tornam disponível para o governo e para a comunidade informações e tecnologias que podem contribuir para a melhoria das condições sociais, econômicas e ambientais da sociedade.

Vale ressaltar que a água é um insumo caro. Quando utilizada, é preciso considerar os custos: de captação, tratamento, tarifários, da disposição final, além dos custos sociais. Isso significa que ao se economizar neste tipo de insumo, automaticamente, há diminuição nos custos da empresa.

## **5.2 Benefícios Sociais**

O sucesso em um Projeto de reúso de água deverá ser criterioso, no tocante aos benefícios sociais, ambientais, econômicos e tecnológicos. Portanto, a explanação dos diversos benefícios em se reciclar a água e, reaproveitá-la podem ser classificadas como benefícios sociais:

- ❖ Ampliação das oportunidades de negócios para as empresas fornecedoras de serviços e equipamentos;
- ❖ Ampliação na geração de empregos diretos e indiretos;
- ❖ Melhoria da imagem junto ao setor produtivo e com a sociedade. Desta forma, o reconhecimento de empresas socialmente responsáveis.

Ora, uma das vantagens do método de mensuração dos benefícios é pela sua fundamentação teórica. O bem-estar de uma economia é, geralmente, representado por uma função utilidade  $U$ , na qual, dependente das quantidades consumidas dos bens e serviços disponíveis. Incluem-se neles um suprimento mínimo de água potável à sociedade. O suprimento desta água à população a despeito de sua capacidade de pagamento atende aos objetivos de saúde pública.

A função utilidade (benefício social) neste caso é maior que os benefícios financeiros. Os grupos privados levarão em consideração o dimensionamento de suas atividades. Com vistas a otimizá-las sob um ponto de vista mais amplo que o privado. Desta forma, usufruir do investimento com ganhos em sua imagem e serem isentos de penalidades. Com isso se adequar às suas necessidades empresariais.

Segundo Lanna (2001, p.121), “uma análise sob a ótica da oferta quantitativa da água verifica-se que o ponto socialmente eficiente é aquele que o benefício social marginal do uso de água iguala ao custo privado marginal de oferta”. Entretanto, para que esta eficiência social seja atingida não há necessidade de que seja considerado o resultado das transações entre usuários e empreendedor e o preço resultante que é estipulado para a água. Neste caso, basta que estabelecida uma quantidade transacionada, na qual, o benefício social marginal seja igual ao custo privado marginal.

Por outro lado, uma das formas de se obrigar que ela seja usada de forma eficiente é cobrar pelo seu uso, pois este preço estabelecerá um patamar de eficiência de uso e nenhum uso que gere benefícios inferiores ao preço cobrado será adotado. Ora, desta forma o usuário estaria “perdendo” dinheiro. Logo, cobrar pela água o custo privado marginal de sua oferta estabelece uma garantia de que, apenas os usos que geram benefícios sociais por unidade de águas superiores ao custo de oferta serão efetivados, contribuindo assim, para a eficiência social.

### 5.3 Hiatos entre Custos e Benefícios Sociais e Privados

Vale apresentar uma metodologia para o cálculo dos preços sociais. Segundo Contador (2000, p. 78): “a execução de um projeto tem efeitos na demanda de fatores e insumos que utiliza, e na oferta de bens ou serviços que produz”. Na avaliação privada, tanto os fatores e produtos são valorizados a preços de mercado. Contudo, os preços observados no mercado não refletem os benefícios e custos incorridos pela sociedade como um todo.

Por estes pressupostos, daí a relevância de se estimar o preço social de fatores, bens e serviços. Entretanto, incorre em dificuldades de qualquer avaliação empírica, como também, pelos diferentes critérios em torno da sua definição. Diante o exposto, os preços sociais refletem os custos de oportunidade para a economia como um todo.

Mantendo a coerência com a fundamentação teórica acima, temos que a avaliação social de projetos está baseada na teoria do bem-estar. Assim, conduzir a uma melhoria no bem-estar de maneira geral. Para isto, é preciso segundo Contador (2000; p.80) três postulados, nos quais se baseiam na teoria moderna do bem-estar:

- ❖ “Primeiro, os benefícios obtidos com o consumo de um produto ou com o emprego de um fator podem ser mensurados através da curva de demanda”.
- ❖ “Segundo, o custo de oportunidade dos fatores e recursos envolvidos numa mudança na produção pode ser medido através da curva de custo marginal, com fator avaliado aos seus preços sociais e incluídas as externalidades”.
- ❖ “E terceiro, o postulado mais polemico, de que os benefícios e custos incorridos por indivíduo ou agente de produção possam ser adicionados, sem maiores preocupações com a equidade social”.

Destacamos ainda, o custo social em que se, por um lado, o maior emprego de um fator, ou o maior consumo de um produto gera benefícios, o acréscimo em sua quantidade envolve, necessariamente, os custos. Segundo Contador (2000, p.89), o aumento na produção implica custos adicionais, decorrentes do maior emprego dos fatores e insumos necessários. Diante do exposto, como estamos

tratando de avaliação social, o interesse está centrado no custo social do acréscimo da produção.

A partir destas considerações conclui-se que quando a demanda por água sem utilizar-se do processo de reúso for exercida adicionalmente naquela quantidade, haverá um aumento no preço e conseqüentemente, nos custos imputados ao empreendimento.

Benefícios ambientais:

- ❖ Redução de lançamentos em cursos d'água, possibilitando melhorar a qualidade de águas;
- ❖ Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada;
- ❖ Aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes.

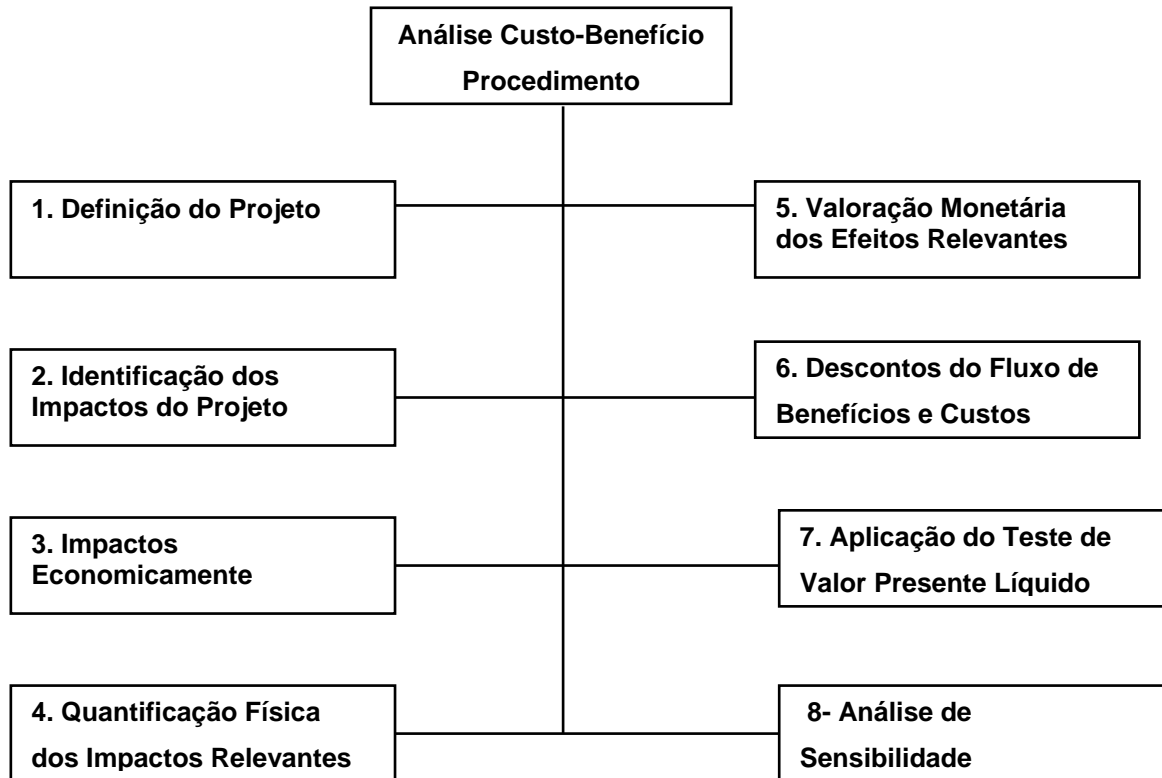
Benefícios econômicos:

- ❖ Conformidade ambiental em relação aos padrões e normas ambientais estabelecidos;
- ❖ Mudanças nos padrões de consumo;
- ❖ Redução dos custos;
- ❖ Aumento da competitividade no setor;
- ❖ Receber incentivos e coeficientes redutores dos fatores da cobrança pelo uso da água.

#### **5.4 Considerações sobre a Análise Custo Benefício**

Através da ACB pretende-se analisar os benefícios líquidos do projeto, ou por meio da relação B/C (Benefício/Custo) seguindo as etapas descritas por Hanley & Spash (1993, p.8-23), conforme o organograma abaixo. As etapas são referentes ao Projeto Reúso (Complexo Flamingo).





Fonte: Hanley e Spash (1993, p. 8).

#### 5.4.1 Definição do projeto

O empreendimento localiza-se no interior de uma Área de Proteção Ambiental, APA do Lago Paranoá (Dec. Distrital n.º 11.209, de 17/08/88) e na faixa de proteção do Parque Nacional de Brasília (Resolução CONAMA n.º. 13, de 06/12/90), correspondendo de acordo com o zoneamento estabelecido pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal a uma Zona Urbana de Uso Controlado. Sendo uma relevante região de recarga de aquíferos inclusive para a perenização de nascentes existentes nas imediações da área do lote 04, do Setor de Postos e Motéis Norte.

Vale observar que a caracterização do meio físico e a situação ambiental da área do empreendimento foi abordada no Plano de Controle Ambiental (CARDOSO & BAPTISTA, 1997), nas quais estão relacionados ao processo de licenciamento ambiental para emissão da Licença de Operação adequando aos procedimentos de recarga artificial ao conjunto arquitetônico existente. O fato é que o empreendimento possui um Projeto de Reúso de efluentes relevante em Gestão ambiental.

#### 5.4.2 Identificação dos impactos do projeto

No meio ambiente podem ser verificados impactos físicos, e/ou biológicos, dentre aqueles provocados ou atribuídos às atividades humanas. O Quadro 5.1 apresenta os impactos do projeto, dividido em: Físico/Biótico/Antrópicos, bem como as medidas mitigadoras coadunadas aqui como positivas.

Quadro 5.1 - Impactos do projeto positivos e negativos correspondendo aos aspectos: Físicos, Bióticos e Antrópicos.

Físicos	Bióticos	Antrópicos
Positivas	Positivas	Positivas
-Tratamento do solo com substrato orgânico	- Recuperação e recomposição da vegetação, com o plantio de espécies lenhosas nativas em área degradada.	- Florestação. - Controle de obras. - Tratamento de esgoto - Impermeabilização das áreas de recarga. - Drenagem pluvial. - Pavimento de vias.
Negativos	Negativos	Negativos
- Erosão do leito dos córregos receptores das águas pluviais	- Retirada da vegetação	- Ruído produzido por motores e trânsito - Intrusão visual provocada pelas construções

Fonte: Adaptado do Projeto reúso (2001).

As citações mencionadas no Quadro 5.1 requerem uma análise pormenorizada dos impactos ambientais positivos coadunadas como ações mitigadoras. Não obstante, os aspectos: Físicos, Bióticos e Antrópicos *positivos*, serão subdivididos por item.

Portanto, quanto ao tratamento do solo com substrato orgânico (físico) – perfazem o trabalho de recuperação da área do projeto por cobertura com terra vegetal e matéria orgânica. *A recuperação e recomposição da vegetação, com o plantio de espécies lenhosas nativas em área degradada* (biótico) - com a plantação

destas espécies, na qual, visam aproximar-se das características originais do local, ou seja, com pouca exigência de irrigação conforme o proposto no projeto paisagístico. *Florestação, Controle de obras; Tratamento de Esgoto; impermeabilização das áreas de recarga; drenagem pluvial e pavimento de vias (antrópicos)*, descritas como se seguem abaixo:

- ❖ Florestação – Recomposição de sementes de espécies arbustivas e herbáceas nativas, em locais mais suscetíveis à erosão.
- ❖ Controle de obras – Inclui as obras de proteção contra infiltração de águas superficiais procedentes de chuva.
- ❖ Tratamento de Esgoto - evitar a contaminação dos aquíferos. Considerado como alternativa de esgotamento sanitário, o tratamento de todos efluentes em sistema hidráulico fechado, com o reúso da água tratada no sistema de descarga sanitária e irrigação de áreas verdes. Além disso, o tratamento de esgotos consiste basicamente, em separar os poluentes contidos no esgoto. Neste contexto, é devolvido ao meio ambiente em forma de partículas sólidas e as tecnologias existentes consistem em separar estas da água.

Entretanto, este tratamento de esgoto pode ser por meio de processo químico ou por meio biológico. No processo químico, utilizam-se produtos coagulantes para reunir as partículas sólidas em partículas maiores. Devido a seu peso, sedimentam no fundo do tanque, separando-se da parte líquida. Assim, estas partículas sedimentadas são reunidas e retiradas para posterior tratamento e disposição.

Há, portanto, no processo biológico um processo similar, na qual, é realizado através da atuação de microorganismos. Esses microorganismos fazem dos poluentes fontes de sua alimentação, proliferando-se intensamente. A partir deste processo as partículas são convertidas em massas celulares das bactérias que ao se proliferar, formam flocos que se separam da água. Em função disto é que existem, basicamente, dois processos distintos dentro do processo biológico: os que fazem uso das bactérias aeróbias e das bactérias anaeróbias.

Em suma, a diferença consiste em fazer os usos do oxigênio (aeróbias) ou não (anaeróbias) para o metabolismo. Em ambos os casos, as bactérias se proliferam intensamente, formando flocos densos que se sedimentam no fundo do

tanque (sedimentação), deixando o líquido depurado. Desta forma, o lodo sedimentado é coletado e submetido ao tratamento. São de suma relevância os quesitos apresentados, pois, a água de reúso exige tratamentos adequados ao seu destino e usos.

- ❖ Impermeabilização das áreas de recarga - a mitigação deste impacto envolve as seguintes iniciativas: utilização de pavimentos alternativos nas vias de acesso internas ao empreendimento (bloquetes de concreto intertravados); construção de trincheira de infiltração; construção do sistema impermeável.
- ❖ Drenagem pluvial - o projeto utiliza a rede de drenagem pluvial já instalada para a DF - 003. Esse impacto é minimizado em função das iniciativas tomadas pelo DER - DF, com a ampliação do sistema, o qual recebe as águas oriundas da área impermeabilizada do Viaduto do Colorado. E posteriormente, pelo sistema de dissipação a montante do ponto receptor das águas pluviais (Córrego Urubu). Desta forma, limitando a energia potencial das águas.
- ❖ Pavimento de vias – mitigação de impactos da área, na qual, foi descaracterizada no passado, com a retirada da vegetação nativa, pela construção de uma das mais relevantes vias de acesso do Distrito Federal (DF-003). Sendo que a amplitude desta degradação continuada pode ser avaliada pelo estudo de fotografias aéreas, principalmente aquelas disponíveis desde o final dos anos 70.

#### **5.4.3 Impactos economicamente relevantes**

O estudo de caso do Projeto reúso evidencia que o investimento está em função do bem-estar social e não do financeiro. O fato é que quando o empreendedor recorreu-se da tecnologia do reúso, passou-se a internalizar uma externalidade negativa para a sociedade e o meio ambiente, ou seja, o descarte de efluentes em áreas não atendidas por rede coletora de esgotos. Esse fato inviabilizaria o projeto dentro da APA.

Entretanto, com a implantação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) local e tratado na proximidade da fonte geradora foi possível realizar o

reaproveitamento dos efluentes tratados, obtendo-se uma melhor qualidade e se vislumbrar com uso da água de reúso destinadas à irrigação dos jardins, lavagem de pisos e outros usos não nobres.

Vale ressaltar a relação existente entre a qualidade da água de reúso e a preservação da saúde pública sendo uma ação pró-ativa. As pesquisas científicas comprovam que doenças graves têm sua origem e propagação nas águas poluídas. Assim, sendo, existe a preocupação do empreendedor em prover o abastecimento de água tratada como prioridade à saúde pública.

Convém salientar que, os impactos do projeto tidos como economicamente relevantes perfazem os custos estimados para implantação da Estação de Tratamento de Esgoto. Considerando que há o aumento do valor da qualidade ambiental advindo do seu tratamento. E este abarca diretamente os benefícios ambientais. Por estes pressupostos, valida o Projeto Reúso do empreendimento nos quesitos ambientais e sociais.

Neste estudo de caso, o aumento do valor da qualidade ambiental ocorre devido ao tratamento dos esgotos. O investimento estimado para Implantação da ETE perfaz um total da ordem de US\$ 590.336,68<sup>30</sup>, contabilizados em valores pela construção do sistema de saneamento com o tratamento da água de esgoto com o Projeto Reúso. E os efeitos positivos (benefícios à saúde da comunidade pela construção da ETE), ao reduzir ou eliminar doenças advindas pela contaminação das águas e, conseqüentemente, incremento no bem-estar social.

Segundo Hanley & Spash (1993, p.6), os impactos positivos (os benefícios) irão aumentar a quantidade e qualidade dos bens e serviços, nas quais, geram utilidades. Assim, podem ser positivas (benefícios) ou negativas (os custos), quando estes diminuem a qualidade ou quantidade dos bens e serviços ou ainda aumentam os preços. Estes efeitos tidos como negativos também são, incluídos nos gastos de um projeto. Apresentação no Quadro 5.2 dos impactos economicamente relevantes, sendo considerados positivos ou benefícios e os negativos ou custos.

---

<sup>30</sup> Cotação do dólar à US\$ 2.775.59

Quadro 5.2 – Impactos economicamente relevantes, positivos (benefícios) e negativos (custos)

<b>Positivos ou Benefícios</b>	
- Tratamento da água pelo sistema de reúso, com a Implantação da ETE.	Preservação ambiental e por conseguinte, a diminuição: do risco pela poluição hídrica em área de mananciais e perenização de nascentes; os impactos de vizinhança (odores, ruídos) (bem-estar social); redução dos impactos ambientais com o sistema reúso (tratamento do esgoto), sendo um benefício ambiental e social.
- Reúso da água	Libera a água de melhor qualidade para usos mais nobres (bem-estar social); contribui para a economia da água (benefício econômico). Sendo a água de reúso destinada à irrigação dos jardins, lavagem de pisos, descarga de bacias sanitárias e outros usos menos nobres.
- Saúde	Prover o abastecimento de água de reúso tratada como prioridade à saúde pública. Desta forma, proporcionando uma diminuição de doenças de veiculação hídrica e, conseqüentemente, há um incremento no bem-estar social.
<b>Negativos ou Custos</b>	
Gastos com o projeto	Implantação da ETE (Estação de Tratamento de Esgoto)

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

#### 5.4.4 Quantificação física dos impactos relevantes

Vale ressaltar que a valoração no tempo (t), é uma variável que apresenta complexidade e incertezas. Não obstante, é necessário determinar valores para os custos e para os benefícios. Bem como identificar o fator temporal que irá quantificar os benefícios monetariamente. Desta forma, por exemplo, os efeitos sobre a saúde são difíceis de se predizer. No entanto, a quantificação dos gastos envolvidos para a implantação da ETE está representada pelos custos na Tabela 4.1.

### 5.4.5 Quantificação física dos impactos positivos (benefícios)

Quadro 5.3 – Apresentação da quantificação física dos impactos positivos (benefícios)

<b>Impactos positivos</b>	<b>Quantificação Física</b>
- Florestação	-Plantio de 180 mudas de 13 espécies Fonte de aquisição das mudas: Viveiro Florestal da Fazenda Água Limpa.
-Tanque de reservação de esgoto	-Tem a função de reservar o esgoto durante o período de sedimentação e drenagem do Esgoto Tratado. É previsto 1 ciclo/dia; isso se deve a grande sazonalidade (neste tipo de estabelecimento, o uso mais intenso de água ocorre entre 17h00min até 24h: 00 aproximadamente). O tempo de sedimentação previsto é de 1,0 h e o de drenagem, 1,0 h. O reservatório deve permitir, assim, a reservação da vazão afluyente durante este tempo. Temos então: $V \text{ reservação} = 2,0 \times 3,6 \times 1,5 = 10,8 \sim 11 \text{ m}^3$ .
- Reservatório de efluente da fossa séptica	- Construído em concreto, possui dimensões de 1,70 m de comprimento, por 3,40 de largura e altura bruta de 2,50 m, totalizando um volume bruto de $14,45 \text{ m}^3$ . Tem a função de armazenar o efluente do tanque séptico nos momentos em que o LAB se encontra em manobras que impedem o recebimento de líquidos (decantação ou esvaziamento).
- Construção da estação de tratamento de esgoto	- Para 500 pessoas, com volume diário total de $50,0 \text{ m}^3$ e vazão máxima horária de 1,5 l/s.
- Parâmetros de poluição	- EFICIÊNCIA = $[(Paf - Pefl) / Paf] \times 100$ (em %) onde: Paf= parâmetro (DBO expresso em (mg/l); SNF- Sólidos não Filtráveis (mg/l); Sólidos Sedimentáveis (medido em cone Imhoff, em ml/L ; Paf-Parâmetro contido no esgoto afluyente ao sistema (em mg/l) e Pefl= parâmetro contido no efluente tratado (em mg/l).
- Rede de drenagem	- Altura livre disponível igual ou maior que 0.30 m para a rede 1 e 0.78 m para as demais redes, de modo a tornar possível a passagem de outras redes sobre as de águas pluviais, em qualquer trecho do sistema.
- Fossa séptica	- 7,30 m de comprimento, largura de 3,4 m de altura bruta de 2,5 m, totalizando um volume bruto de $62,055 \text{ m}^3$ . Tem como função o tratamento primário dos esgotos através de processo anaeróbio.

Fonte: Adaptado do Projeto Reúso (2001).

### 5.4.6 Quantificação física dos impactos negativos (custos)

Os impactos negativos se caracterizam por apresentar os custos que permeiam a infra-estrutura do projeto, ou seja, os gastos em obras civis e todos aqueles referentes à implantação do sistema de tratamento de esgotos. Os custos

da infra-estrutura são contabilizados inicialmente no ano zero, e posteriormente aqueles decorridos durante sua vida útil. Segundo Richard (1998) *apud* Mancuso e Santos (2003) a análise “*life cycle cost*” assume uma vida útil de 20 anos e uma determinada taxa de retorno para o investimento de 10% a.a.

É preciso salientar que a quantificação física dos impactos negativos (custos) apresenta-se no Quadro 5.4. Entretanto, como no projeto não há menção dessa contabilização em termos monetários, esses não podem ser relegados numa análise sob as óticas privada ou social.

Vale observar que, tanto os custos quanto os benefícios envolvidos num projeto são relevantes na análise econômica, social e ambiental. Os empresários estão utilizando essa relação de custos e benefícios no processo de tomada de decisão, pois, em suma, já internalizam as externalidades (custos ambientais), para se isentarem de multas ou taxações futuras.

Quadro 5.4 - Apresentação da quantificação física dos impactos negativos (custos)

Impactos Negativos	Quantificação Física
- Infiltração de resíduos de afluentes aos leitos de filtração/infiltração	- 38.000 litros / 30 litros / m <sup>2</sup> x dia = 1266 m <sup>2</sup> ; com 90 e 85 metros de comprimento localizados na parte mais baixa do terreno nas ruas 3 e 5. Condições fixadas na NBR 7229.
- Efluente da estação de tratamento de esgoto	- Será bombeado diretamente para uma caixa de distribuição alimentando os filtros. Cada um dos filtros é constituído de uma rede de distribuição de água não filtrada, composta de 16 poços de visita, divididos em 4 linhas, com declividade de 1:300. As linhas construídas de tubos perfurados distribuem a água em um leito de brita com espessura de 30 centímetros de espessura. A seguir, passa por uma camada de pedrisco de brita, também de 30 centímetros de espessura, podendo ser captada e aduzida ao reservatório de Água de Reúso, ou infiltrada no solo. O fluxo no interior do filtro ocorrerá preferencialmente para o reúso, através de uma rede de captação, constituído de 3 linhas paralelas, sendo que cada linha possui 4 poços de visita. Entretanto, para um reaproveitamento dos efluentes tratados temos para irrigação das 4 jardineiras de 90 metros de extensão e 2 metros de largura, na área interna, um consumo estimado de 9,0 m <sup>3</sup> /dia de água; em lavagem de pisos e outros usos não nobres: 3,0 m <sup>3</sup> /dia e para uma eventual irrigação da área externa, dada às características do leito de infiltração, estão prevista uma infiltração mínima de 10 m <sup>3</sup> /dia, correspondendo (20%) dos esgotos.



- Aterro das valas	- Aterro das valas para as redes, executado até a metade da altura dos tubos, devendo ser compactado em camadas não superiores a 20 cm (vinte centímetros).
- Coveamento	- Foram utilizadas covas de pelo menos 1m x 1m escavadas mecanicamente e preenchidas com solo do local misturado com substrato orgânico (esterco) na proporção 2:1.
- Vazões de infiltração para o reúso	- Será uma ou outra das seguintes: reúso externo = 10 m <sup>3</sup> /dia; caso não exista o reúso externo = 38 m <sup>3</sup> /dia.
- Escavações das redes	- obedecem rigorosamente as cotas dos perfis acrescidas das espessuras do tubo em (mm), da bolsa do tubo em (mm) e do lastro de cascalho compactado (m), ou da espessura da laje inferior, do lastro de concreto magro e de cascalho compactado, quando se tratar de galeria ou canal em concreto armado moldado <i>in loco</i> .
- Descarte de Lodo	- Coleta do material do reator biológico com o aerador em funcionamento e colocar o material numa proveta de vidro de 1000 ml; manter a proveta na sombra num plano horizontal mede-se o volume de lodo sedimentado após 30 minutos. É considerado um teste simples e relevante, na qual, permite observar a olho nu, o aspecto do efluente tratado, da formação do lodo e de suas anormalidades. Pode-se relacionar também, na maioria dos casos este parâmetro com o grau de eficiência. Por exemplo, se o V.L (Volume de Lodo) de 150 ml/l a eficiência de remoção de DBO estiver acima de 90%, é recomendável que o V.L seja mantido em torno daquele valor, assim, controlando o volume de descarte de Lodo. O pH pode variar desde 6,0 até 8,0.
- Valas de infiltração	- Comprimento máximo de cada vala de infiltração é de 30 metros. O comprimento total das valas de infiltração é determinado em função da capacidade de absorção do terreno, devendo ser considerada como superfície útil de absorção, tanto a do fundo da vala, como as laterais, conforme prevê a NBR 13969, na qual, permite também o uso das superfícies laterais.

Fonte: Adaptado do projeto reúso (2001).

### 5.5 Valoração monetária dos efeitos relevantes

Tendo em vista as características do Projeto reúso, já mencionadas, quando este passou a internalizar uma externalidade negativa (poluição, odores), o recurso tecnológico adotado pelo empreendimento foi à construção de uma nova Estação de Tratamento de Esgoto adotando-se o sistema de reúso.

Objetiva-se, deste modo, a água tratada *in loco* e reutilizada no próprio empreendimento para fins menos nobres. Desta forma, com o sistema de reúso de

água obteve-se uma relevante alternativa nos quesitos ambientais e sociais para o empreendimento.

Observa-se que na Tabela 4.1, na composição dos custos estão incluídos os gastos investidos para execução do projeto reúso, bem como, os benefícios indiretos advindos da instalação da ETE. Portanto, contabilizando-se como o valor econômico total (VET), dos benefícios ambientais.

## 6 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS

### 6.1 Considerações gerais

Este empreendimento possui uma característica peculiar, pois, os benefícios sociais suplantam os benefícios econômicos permitindo concluir que o tratamento do esgoto contribui para o melhoramento da qualidade das águas, e por tanto, do bem-estar social. Mostram parâmetros de decisões possíveis de serem comparados a outros projetos, contribuindo à tomada de decisões pelo ferramental ACB.

Segundo Mishan (1975, p.195) *apud* Vélez (2002, p.71):

Entre os diversos métodos para contornar o problema de incerteza futura, a maneira mais simples consiste em adotar um período fixo para o investimento. Este período pode ser apenas de três a quatro anos, isto significa que ao menos que se espere recuperar totalmente o capital neste período, o investimento não se realiza. Entretanto, no caso dos investimentos sociais, este período fixo é maior.

Em suma, conclui-se que a análise Custo-Benefício é relevante nas decisões de problemas ambientais por incluir em sua análise a valoração deles. O fato é que no caso reuso por permitir a internalização das externalidades, a análise ACB pode permitir a escolha de uma taxa de desconto que não comprometa as gerações futuras em detrimento das presentes.

### 6.2 Considerações finais

O objetivo central desta dissertação é avaliar as causas dos resultados conflitantes de estudos de viabilidade financeira e a econômica de projetos de reuso da água. Foi apresentado como hipótese da dissertação que, a causa dessa limitada difusão encontra-se nos hiatos existentes entre custos e benefícios quando estimados de uma perspectiva financeira (privada) e quando eles são estimados de uma perspectiva econômica (social). Entretanto, este hiato ainda prevalecerá. É viável financeiramente nas condições específicas do Motel, onde o consumo da água é financeiramente elevado. Foi comprovado através do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) e pela Relação Benefício Custo (RBC), aplicando a Análise Custo Benefício (ACB). Os resultados foram maiores que zero e um respectivamente

Apesar da prática de reúso da água ainda ser incipiente, principalmente no Brasil, avaliações sobre a sua viabilidade técnica são crescentes, enquanto que, as de viabilidade econômico-financeira são inexistentes.

A literatura evidenciou a relevância da água de reúso em diferentes atividades e para diversos fins, constituindo-se neste contexto em tema de grande relevância e interesse da comunidade técnica e científica. O fato é que existe uma urgente necessidade de regulamentação e uso de instrumentos econômicos para o controle da qualidade da água, com a finalidade de aumentar sua eficiência, reduzindo assim os custos sociais<sup>31</sup> e gerando meios fiscais para o financiamento de ações de proteção ao meio ambiente.

Assim, induzir o usuário e/ou poluidor a uma racionalização no uso desse recurso, mantendo um equilíbrio entre disponibilidades e demandas, além da conservação ambiental e propiciar o bem-estar para a sociedade como um todo; evidenciar a prática do reúso, sua relevância como tratamento de esgotos, baseadas em princípios, diretrizes, critérios, códigos de prática, informação e participação pública. Já existe uma tímida iniciativa em experiências brasileiras e mais notórias nas internacionais na prática do reúso.

Advêm à relevância da valoração monetária ser incorporada no cálculo de projetos, para que os agentes do sistema econômico fossem induzidos a efetuar escolhas – sobretudo tecnológicas – (caso do reúso). Inclusive proporcionando os responsáveis pela política em tomar decisões ótimas sob o ponto de vista econômico e social em utilizar o ferramental ACB, como auxílio na tomada de decisão.

Ficou evidenciada a relevância do reúso de água, e do enfoque econômico-financeiro. Assim, permitir concluir que:

- ❖ O reúso é um sistema alternativo de tratamento de esgoto, internaliza uma externalidade negativa (poluição hídrica). Sendo um aspecto relevante inclusive para sua viabilização dentro da APA do Lago Paranoá-DF e na faixa de proteção do Parque Nacional de Brasília. Uma relevante região de recarga de aquíferos inclusive para a

---

<sup>31</sup> Custos sociais: despesas feitas durante o processo de produção e que não são pagas pelos que as ocasionaram, mas por terceiros, ou são transferidas para toda a sociedade. Trata-se das despesas acarretadas, por exemplo, pela poluição do ar e das águas, pela destruição da fauna e da flora, pelos acidentes de trabalho e pelas doenças profissionais, entre outros fatores. Determinar esses custos é muito difícil, pois apenas uma parte deles chega a ser identificada em grandezas monetárias (SANDRONI, 2002, p. 153).

perenização de nascentes existentes, nas mediações do empreendimento que utiliza o Projeto de Reúso.

- ❖ O tratamento do esgoto *in loco* evita a contaminação dos aquíferos, do solo e das nascentes. Uma alternativa utilizada para o esgotamento sanitário é a de tratamento de todos efluentes em sistema hidráulico fechado e posteriormente, com o reúso da água tratada é utilizada no sistema de descarga sanitária e irrigação de áreas verdes.
- ❖ Redução no consumo de água, com a reutilização da água dentro do empreendimento.
- ❖ Ampliação do desenvolvimento econômico pela geração de empregos no entorno pela mão de obra ofertada para construção, operacionalização e manutenção do sistema reúso.
- ❖ A empresa obteve além dos ganhos financeiros provenientes da economia de água, também angariou uma melhora em sua imagem junto ao público (vizinhança) o reflexo de sua responsabilidade social e ambiental.
- ❖ O tratamento de efluentes conta com uma estação de tratamento da água, na qual, o efluente final é reutilizado pela empresa. Deste modo, houve uma economia direta. A empresa cortou do seu orçamento futuros gastos com pagamento de multa ambiental. Em virtude de lançamentos de seus efluentes fora do padrão, bem como a cobrança pelo uso da água de acordo com o princípio usuário-pagador, além, é claro, de não ter que arcar com os custos de pagamento pela compra da nova quantidade de água obtida pelo reúso.
- ❖ Em termos de ganhos financeiros, o que é economizado por mês, com a água não comprada, vai amortizando o investido na modernização da estação. Além disso, o investimento passou a integrar patrimônio do ativo empresarial.

Seguindo as novas tendências de implementação de tecnologias limpas, o uso racional da água vem sendo alvo de pesquisas acadêmicas, e dentro desse contexto, o tratamento e reúso de águas residuais é uma das opções sociais, econômicas e ambientalmente corretas. Desta forma, obter:

- ❖ Tratamento para posterior reúso de água.
- ❖ A reutilização de águas servidas gera a possibilidade de reduzir a pressão sobre os recursos hídricos abrangendo concomitantemente o problema do aumento da captação e da poluição. Esta assertiva fundamenta-se no fato de que o reúso de efluentes insere-se no contexto de gerenciamento de recursos hídricos como uma alternativa de suprimento de demandas menos restritivas (auxiliando no combate à problemática da escassez hídrica). Aliado a este fato, ao reutilizar os efluentes evita-se sua disposição no meio ambiente deixando de contaminar rios e córregos, mitigando de sobremaneira a poluição hídrica.
- ❖ O reúso de efluentes das ETEs, em locais onde sejam admitidas águas de qualidade inferior, além de mitigar a poluição hídrica, disponibiliza volume igual de água potável, proporcionando aumento da oferta e otimizando o uso dos recursos hídricos.
- ❖ Sob o ponto de vista ambiental, o reúso da água é uma alternativa que diminui a pressão sobre os recursos hídricos, pois, utiliza uma água já servida.

Por outro lado, o hiato econômico-financeiro ainda prevalecerá para pesquisas futuras. No estudo de caso houve limitações em contabilizá-los economicamente. No entanto, a incorporação do reúso como tratamento do sistema de esgoto corrobora ao melhoramento da qualidade das águas, e portanto, no aumento do bem-estar social.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASANO, T. e LEVINE, A.D. **Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Past, Present and Future.** Water Science and Technology, Vol. 33, nº 10-11, 1996, p. 1-14

BAASCH, S.S.N. **Um sistema de suporte multicritér aplicado na gestão dos resíduos sólidos nos municípios catarinenses.** Tese de Dissertação de Doutorado/UFSC, 1995.

BAHRI, Akissa. **Wastewater reclamation and reuse in Tunisia.** In ASANO, Takashi. Water quality management library – Volume 10 – Wastewater reclamation and reuse. Pennsylvania, USA: Technomic Publication, 1998.

BANCO MUNDIAL. **Brasil: Gestão dos problemas da poluição – A agenda Ambiental Marrom.** Volume 1: Relatório de Política. Relatório nº 16635-BR. Diretoria Sub-Regional – Brasil. Diretoria Setorial – Desenvolvimento Ambiental e Social Sustentável Região da América Latina e Caribe, 1998, p. 49.

BATEMAN, I. e TURNER, K.; **Valuation of the Environment, Methods and Techniques: The Contingent Valuation Method.** Capítulo 5 de Sustainable Environmental Economics and Management; London and New York: Belhaven, 1992.

BAUMOL, W.J. e OATES, W. E. **Economics, Environmental Policy, and the Quality of Life.** New Jersey: Prentice-Hall, 1979.

BELLIA, V. **Introdução à Economia do Meio Ambiente.** Brasília: IBAMA, Ed. IBAMA, 1996.

BLUM, J.R.C. **Critérios e padrões de qualidade da água.** In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reúso de água.** 1. ed. Barueri: Manole, 2003.

BRAGA, B., HESPANHOL I., CONEJO, J.G.I., BARROS, M.T.L., VERAS J.R.M.S., PORTO, M.F.A, NUCCI N.L.R., JULIANO, N.M.A., EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BUARQUE, C. **Avaliação Econômica de Projetos.** Rio de Janeiro: Ed. Campus, 4a edição, 266p., 1989.

CAESB Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Disponível em <[www.caesb.df.gov.br](http://www.caesb.df.gov.br)> acesso em 14 abr. 2005.

CAESB Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal Disponível em <[www.caesb.df.gov.br/agencia/servicos/consumoAgua.asp?NomeServico=Consu](http://www.caesb.df.gov.br/agencia/servicos/consumoAgua.asp?NomeServico=Consu)> acesso em 14 abr. 2005.

CALDERONI, S. **Economia Ambiental**. In: PHILLIPI, a; ROMERO, M.A.; BRUNA, G.C. Curso de Gestão. 1 ed. Barueri: Manole, 2004.

CAMPOS, J.R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo**. PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Rede Cooperativa de Pesquisas, Rio de Janeiro, 1999, p. 435.

CÁNEPA, Eugenio M. Economia da Poluição. In: MAY, P., LUSTOSA, M.C. e VINHA, V. (Organizadores) **Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CARDOSO, F.B.F.; SOUZA FILHO, F. & BAPTISTA, G.M.M. **Plano de Controle Ambiental para o Lote 04 do Setor de Postos e Motéis Norte (SPM-Norte)**. Brasília, 1997, p. 47.

CARRAMASCHI, E.C. **Análise do Comportamento da Demanda por Água para Irrigação na Região do Córrego da Rocinha no Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia. Civil e Ambiental, Brasília, 2000, p. 96.

CASTRO, J.A. **The internalization of de external environmental costs and the sustainable development, United Nations Conference on Trade and Development**. Switzerland. Geneva, 1994.

COMUNE, A.E. **Meio Ambiente, Economia e Economistas**. In May, P.H. e MOTTA, R.S. Valorando a Natureza. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1994.

CONTADOR, C.R. **Projetos Sociais: avaliação e prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CROOK, J. **Water reclamation and reuse criteria**. In: ASANO, T. Water quality management library – volume 10 / Wastewater reclamation and reuse. Pennsylvania, USA, Techomic Publication, 1998.

EDWARDS, P. **Reuse of Human Wastes in Aquaculture – A technical review**. Water Sanitation Report. UNDP – World Bank – Water and Sanitation Program. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washigton, DC, 1992, p. 350.

FELIZZATO, M. R. **Reúso de água piscicultura no Distrito Federal: potencial para pós-tratamento de águas residuárias associado à produção de pescado**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Brasília, 2000.

FERNANDEZ, J.C. & GARRIDO, R.J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002.



FINK, D.R. & SANTOS, H.F. **A legislação de reúso da água.** In: Recurso de água; Capítulo 8. Eds. P.C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.

GITTINGER, J.P. **Economic Analysis of Agricultural Projects.** Johns Hopkins Paperback Edition, Baltimore, E.U.A., 1976 (15-46).

GOMES, P.A. **Estudo de Viabilidade Econômica da Reciclagem de Resíduos Sólidos:** O caso de Catalão, Goiás. Dissertação de Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente. Brasília: UnB, 2002.

HANLEY, N. and SPASH, C.L. **Cost-Benefit Analysis and the Environment.** USA: E. Elgar. Department of Economics University of Stirling. Scotland, 1993. p. 8-23.

HELM, D., PEARCE, D.W. **Economic policy toward the environment:** an overview. Oxford, Blackwell Publisher/Cambridge, 1991.

HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil:** agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. São Paulo, 2001. Separata de: Resumo de trabalhos técnicos III ENCONTRO DAS ÁGUAS, Chile, 2001.

HESPANHOL, I, PROST, A.M.E. **WHO Guidelines and National Standards For Reuse Water Quality.** In Water Research. V.28, n. 1, 1994.

KOPP, R.J., KRUPNICK, A.J., TOMAN, M. **Cost-Benefit Analysis and Regulatory Reform: an Assessment of the Science and the Art. Resources for the Future,** Discussion Paper 97-19, January 1997, Washington, USA, 61p., 1997.

LANNA, A.E. **Economia dos Recursos Hídricos.** Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – IPH-UFRGS. 2001.

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reúso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil.** Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica de São Paulo da USP. São Paulo, 1987.

LIEBMANN, H. e MEURE, F. **Terra. Um planeta inabitável? – Da antiguidade até os nossos dias, toda a trajetória poluidora da humanidade.** Biblioteca do Exército Editora, Rio de Janeiro, 1979.

LUCHINI, A. M. **Os Desafios à implementação do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos estabelecidos pela Lei nº 9.433”.** Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, meio magnético – CD, Belo Horizonte, Belo Horizonte, Brasil, 1999.

MACEDO, C.G. **Notas para uma história recente da Saúde Pública na América Latina.** OPS – Organização Pan-Americana de Saúde. Regional da OMS – Organização Mundial da Saúde. Brasília, 1997, p. 106.

MANCUSO, P.C.S. SANTOS, H.F. **Reúso de Água.** Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. Barueri, SP; Manole, 2003.

MANKIW, N.G. **Introdução à economia:** princípios de micro e macroeconomia. tradução da 2ª ed. Rio de Janeiro: Campos, 2001, p. 207-240.

MARGULIS, S. **Economia do meio ambiente.** In: MARGULIS, S. org. Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro, Ipea/PNUD, 1990.

MARQUES, J.F. & COMUNE, A.E. **A teoria neoclássica e a valoração ambiental.** In: Romeiro, A.R. et al. "Economia do Meio Ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais". São Paulo: UNICAMP, 1996.

\_\_\_\_\_. **Quanto Vale o Ambiente: Interpretações sobre o Valor Econômico Ambiental.** XXIII Encontro Nacional de Economia, 12 a 15 de dezembro de 1995, p. 633-651.

METCALF e EDDY. **Wastewater Engineering – Treatment, Disposal e Reuse.** 3ª edição. Editora McGraw-Hill Inc. 2004, p. 1334.

MOTA, J. A. **O valor da natureza:** Economia política dos recursos ambientais. Rio de Janeiro: Garamond, 2001, p. 200.

MOTTA, R.S. **Manual de Valoração Econômica de Recursos Ambientais.** IPEA / MMA / PNUD / CNPQ, Brasília, 1998.

MOURA, L.A.A. **Econômica Ambiental: gestão de custos e investimentos.** São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2003.

MUELLER, C. C. **Manual de economia do meio ambiente.** Versão revista, abril de 2001.

NOGUEIRA, J.M.; MEDEIROS, M.A.A. e ARRUDA: F.S.T. **Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empirismo". Caderno de Pesquisa em Políticas de Desenvolvimento Agrícola e de Meio Ambiente.** Série NEPAMA 002. Universidade de Brasília, Departamento de Economia, Brasília, 1998.

OMS. **Aprovechamiento de efluentes: métodos y medidas de protección sanitaria em el tratamiento de aguas servidas** – Informe de una Reunión de Expertos de la OMS. Organización Mundial de la Salud – Série de Informes Técnicos nº 517, Ginebra, Suíza, 1973, p. 60.

\_\_\_\_\_. **Legal Issues in Water Resources Allocation, Wastewater use and Water Supply Management.** Relatório de uma consulta do grupo de trabalho sobre os aspectos legais de abastecimento de água e gestão de efluentes da OMS/FAO. Genebra, Suíça, 1990.

OPAS/OMS. **A Saúde no Brasil.** OPS – Organização Pan-Americana de Saúde. Escritório Regional da OMS – Organização Mundial da Saúde. Brasília – DF, Brasil, 1998, p. 82.

\_\_\_\_\_. **Las condiciones de Salud em las Américas.** Edición 1990. Volume 1. Publicación Científica nº 524. Organización Panamericana de La Salud – Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Washington – DC, EUA p. 528, 1990.

PEARCE, D. **Economic values and the natural world.** London: Earthscan. 1993.

PEARCE, D. W., MARKANDYA, A. & BARBIER, E. B. **Blueprint For a Green Economy.** Earthscan Publications LTD. London, 1990.

PERMAN, R. et al. An introduction to natural resource and environmental economics. The origins of the sustainability problem e Concepts of sustainability. Capítulos 11 e 12 de **Natural Resource & Environmental Economics.** Essex. 2 ed. Inglaterra: Longman, 1999.

PHILLIPI, Jr. A. et al. **Municípios e meio ambiente: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil.** São Paulo: ANAMMA, 1999, p. 202.

PINDYCK, R.S. e RUBINFELD, D.L. **Microeconomia.** Tradução Pedro Catunda; revisão técnica Roberto Luís Troster. São Paulo: Makron Book, 1994.

RODRIGUES, R.S. **As dimensões legais e institucionais do reúso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reúso no Brasil.** Dissertação de Mestrado em Engenharia, USP, São Paulo, 2005.

SANDRONI, PAULO. **Novíssimo Dicionário de Economia.** São Paulo: Best Seller, 2002.

SERÔA DA MOTTA, R. **Análise Custo-Benefício do Meio Ambiente.** In: MARGULIS, S. (Editor). Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Econômicos. IPEA/PNUD, 1990.

SILVA, T. **Inserção dos programas de uso racional e conservação da água nas políticas regionais, urbanas e setoriais.** Brasília: IBAMA. (Apresentado no encontro Técnico sobre Uso e Conservação dos Recursos Hídricos), 1996.

SPIRN, A. **O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade.** São Paulo: EDUSP, 1995.

USEPA. **Guidelines for ecological risk assessment:** final report. EPA 630-R-95-002F, Washington, EUA, 1998. Disponível em <[www.epa.gov.br](http://www.epa.gov.br)> Acesso em 28/12/2004.

WESTERHOFF, G.P. **Un update of research needs for water reuse.** In: Water Reuse Symposium, 1984. San Diego, California, Proceedings. 1984, p. 1731-42.

WHO. **Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture.** World Health Organization. Genebra, Suíça, 1989.

\_\_\_\_\_. **Legal Issues in Water Resources Allocation Wastewater Use and Water Supply Management.** Report of a Consultation of the FAO/WHO Working Group on Legal Aspects of Water Supply and Wastewater Management, Genebra, 22 a 27 de setembro, World Health Organization, 1990.

\_\_\_\_\_. **Setting Environmental Standards, Guidelines for Decision Making.** Ed. De Köning. HW., Genebra, Suíça. World Health Organization, 1990.

\_\_\_\_\_. **Setting Environmental Standards, Guidelines for Decision Making.** Ed. De Köning. HW., Genebra, Suíça. World Health Organization, 1987.

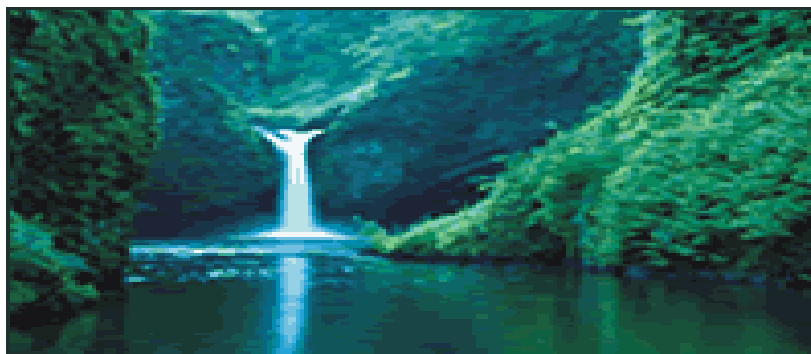
## **ANEXOS**

## ANEXO I

Produção de um Artigo em revista especializada; desenvolvido pela temática da dissertação. Publicado pelo Meio Ambiente UERJ. *Site da Rede de Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)*, em 04 de outubro de 2004. Artigo disponível no tema Água do Fórum Ambiental, **Tema: “Reuso” de Água: Interface na Análise Econômica do Meio Ambiente**. Site: [www.uerj.br/meioambiente](http://www.uerj.br/meioambiente)

*Por Ana Tereza do Nascimento Coimbra Alverca* - Mestranda em Gestão Econômica do Meio Ambiente pela Universidade de Brasília - UnB, especialista em Educação a Distância pela Universidade Católica de Brasília – UCB, licenciada em Biologia - UCB e bacharel em Turismo pela União Pioneira de Integração Social-UPIS. E-mail: <mailto:anatcoimbra@hotmail.com>

### "Reuso" de água: interface na análise econômica do meio ambiente



Fonte: [kepex.netirms.com/paisaj.html](http://kepex.netirms.com/paisaj.html)

A demanda pela água tratada e potável é fato notório. O "reuso" torna-se um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos, representando um potencial emergente que visa à racionalização do uso considerado um bem finito e dotado de valor econômico.

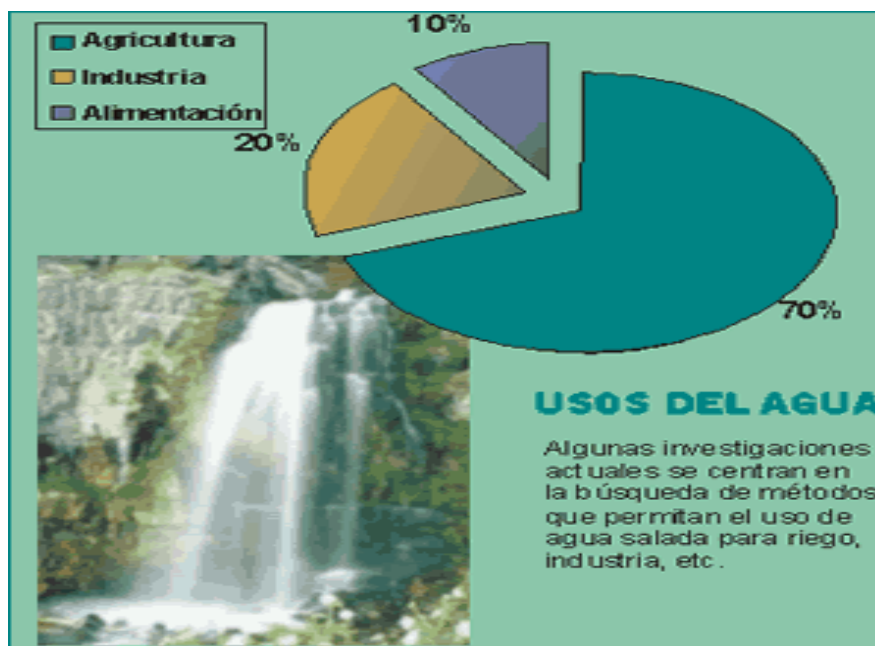
O termo “água de reuso” passou a ser utilizado, com mais frequência, na década de 80, quando as águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras, onerando o produto final no processo de fabricação. Como o preço do

produto, ao lado de sua qualidade, é fator determinante para o sucesso de uma empresa, passou-se, então, a procurar a solução para o problema. Desta forma, reaproveitando o máximo de seus efluentes visando à redução dos custos. Não obstante, o “reuso” de água passou a ser uma prática em vários países e para diversas aplicações; por exemplo, para fins agrícolas, industriais, recreacionais, domésticos, manutenção de vazões, aquicultura e recarga de aquíferos subterrâneos (WESTERHOFF, 1984). Dentro desta ótica, o “reuso” reduz a demanda sobre os mananciais, devido à substituição da água potável. Em termos gerais, a potabilidade da água atenderá às necessidades para os diversos fins. Porém, não se dispõe de padrões de potabilidade para todos os constituintes da água. Desta forma, surge à necessidade de se estabelecer critérios relativos à fonte de água utilizada, especificando sua análise e confiabilidade do tratamento.

A demanda pela água, segundo Beekmam (1996), continua a aumentar. O “reuso” torna-se um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos, representando um potencial a ser explorado em substituição à utilização da água tratada e potável. Sendo que, a reutilização pode propiciar uma flexibilidade no atendimento das demandas de curto prazo, assim, assegurando um aumento no suprimento de longo prazo. A interface na análise econômica da temática propicia uma visão relevante no que tange à economia do recurso, à racionalização do uso considerado um bem finito e dotado de valor econômico.

<p style="text-align: center;"><b>Países em desenvolvimento têm como principal motivo à produção de alimento</b></p>
--

Entretanto, existe uma preocupação com o meio ambiente. A contaminação das diferentes atividades humanas; que possam interferir nas alternativas para reciclar os nutrientes na produção de alimento, por exemplo. A intenção de usar esgotos em aquicultura 🐟 difere-se entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.



Fonte: [www.barilochenyt.com.ar/](http://www.barilochenyt.com.ar/)

Os países mais ricos procuram no “reuso” uma alternativa de tratamento a um custo mais baixo, principalmente na economia de energia elétrica, enquanto os países em desenvolvimento têm como principal motivo à produção de alimento. Milhões de pessoas, particularmente na Ásia, dependem do “reuso” para tratamento de suas excretas e para provisão de alimentos por meio da agricultura e aqüicultura (Edwards, 1992).

Fica evidenciada a relevância da água de “reuso” em várias atividades e diversos fins, conforme a figura ao lado.

Constitui-se um tema de grande interesse da comunidade técnica e científica. Entretanto, os critérios econômicos são utilizados no gerenciamento dos recursos hídricos, de modo a promover o uso mais racional.

### Legislação é insipiente

Contudo, a situação legislativa no Brasil para fixação de princípios e critérios à reutilização da água é insipiente. As ações têm-se orientado por critérios de outros países e/ou pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Não obstante, no Brasil, a Lei nº 9.433/97 consagra a água como um bem social, porém, com características de bem econômico, instituindo a cobrança pelo seu uso como um dos instrumentos para a gestão dos recursos hídricos. A sua situação crítica vem tornando sua gestão



um desafio da administração pública, o que consiste em um amadurecimento das políticas ambientais. O fato é que os órgãos ambientais de vários países estão substituindo uma ação basicamente controladora, setorial e centralizadora, por outra de caráter integrado, participativo, descentralizado e financeiramente sustentado (Luchini, 1999).

O “reuso” da água adquire uma particular relevância que, segundo Hespanhol (2001), foi mencionada na Agenda 21, a qual recomendou aos países participantes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção de saúde pública, com práticas ambientais adequadas. Porém, conforme Fink & Santos (2002), a legislação em vigor, ao instituir os fundamentos da gestão de recursos hídricos, cria condições jurídicas e econômicas para a hipótese do “reuso” de água como forma de utilização racional e de preservação ambiental.

### **Equilíbrio entre oferta e demanda**

Desta forma, o “reuso” de água é considerado uma opção conservacionista para o aumento da disponibilidade dos recursos hídricos existentes e futuros, sendo uma alternativa ao crescente aumento da demanda. Um novo enfoque à preservação ambiental, segundo Fernandez & Garrido (2002), seria a cobrança pelo uso da água, um dos instrumentos mais relevantes da sua gestão; concorrendo para o equilíbrio entre a oferta e a demanda. Além de ser utilizada com a finalidade de racionalizar o uso e realizar a cobrança, atua também como mecanismo eficiente ao redistribuir os custos sociais de forma mais equitativa. Não obstante, com o crescente aumento da demanda, tem-se a tendência de um mercado de água e propicia um estímulo à prática de “reuso” como alternativa de racionalização do bem finito.

Vale ressaltar o mecanismo à proteção ambiental do princípio poluidor-pagador que, segundo Albuquerque (1999), pode ser entendido como recurso econômico utilizado para que o poluidor arque com os custos da atividade poluidora, ou seja, internalizar os efeitos externos denominados de externalidades. O fato é que se busca fazer com que os agentes que as originaram assumam os custos

impostos a outros agentes, produtores e consumidores. Estabelecendo, desta forma, que ao poluidor devam ser cobrados os custos necessários ao combate da poluição, custos estes definidos pelo Poder Público para manter o meio ambiente em estado aceitável, instituída em 26 de maio de 1972, pela Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Instrumentos econômicos, em parte, criam salvaguardas para os ativos ambientais, uma vez que se deve levar em conta o suporte, a resistência e a resiliência do meio ambiente, de modo que os impactos causados pelas atividades econômicas sejam mitigados (Mota, 2001). Neste contexto, busca-se compreender o valor do meio ambiente para a vida na terra, garantindo a sobrevivência das gerações atuais e futuras. Portanto, a água de “reuso” possui um significado clássico no contexto, pois se houver um aumento na oferta de água para vários fins, liberando os recursos hídricos disponíveis em outros usos, a capacidade de suporte, resistência e resiliência não garantirão a sobrevivência das espécies no planeta Terra. Não obstante, em diversas regiões e países do mundo encontra-se limitada pelas diversas e permanentes atuações humanas predatórias. Este processo contínuo elevará os preços e desencadeará um desequilíbrio entre a oferta e a demanda por água, pois sua escassez já faz parte do cenário em nível mundial. Portanto, a prática do “reuso” é uma alternativa emergente que requer mudanças de paradigmas do ponto de vista econômico, social e ambiental.