

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JULIO CESAR SCARAMUZZI DE TOLEDO

**VIABILIDADE FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE
CONSTRUÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – ETE –
DO MUNICÍPIO DE LENÇÓIS PAULISTA – ESTADO DE SÃO PAULO**

BAURU
2008

JULIO CESAR SCARAMUZZI DE TOLEDO

**VIABILIDADE FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE
CONSTRUÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – ETE –
DO MUNICÍPIO DE LENÇÓIS PAULISTA – ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Universidade Estadual Paulista para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Henrique Salgado

**BAURU
2008**

DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP – BAURU

Toledo, Júlio Cesar Scaramuzzi de.

Viabilidade financeira da implantação do projeto de construção da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE – do município de Lençóis Paulista – Estado de São Paulo / Júlio Cesar Scaramuzzi de Toledo, 2008.

138 f. il.

Orientador: Manoel Henrique Salgado.

Dissertação (Mestrado)– Universidade Estadual Paulista. Faculdade Engenharia, Bauru ,2008.

1. Lançamento “in natura”. 2. Tratamento de esgotos. 3. Viabilidade financeira. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

ATA N° 006/2008

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE JÚLIO CÉSAR SCARAMUZZI DE TOLEDO, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNESP – CAMPUS DE BAURU.

No dia quinze de julho de dois mil e oito, às 08:00 horas, no anfiteatro do prédio da Pós-graduação, da Faculdade de Engenharia da UNESP, Campus de Bauru, reuniu-se à Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelo Professor Doutor Manoel Henrique Salgado do Departamento de Engenharia de Produção da UNESP – Campus de Bauru, Presidente da Banca, Professor Doutor Jair Wagner de Souza Manfrinato, do Departamento de Engenharia de Produção da UNESP – Campus de Bauru e o Professor Doutor Flávio Ferrari Aragon do Departamento de Engenharia de Bioestatística da UNESP – Campus de Botucatu, a fim de proceder à arguição pública da Dissertação do candidato Júlio César Scaramuzzi de Toledo, intitulada em "VIABILIDADE FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE CONSTRUÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – ETE – DO MUNICÍPIO DE LENÇÓIS PAULISTA – ESTADO DE SÃO PAULO". O Professor Doutor Manoel Henrique Salgado, Presidente da Banca, apresentou o candidato, que dissertou sobre seu trabalho, em quarenta minutos, após, o candidato foi arguido oralmente pelos membros componentes da Comissão Examinadora no tempo regulamentar exigido. Logo após, reuniu-se a Comissão Examinadora, tendo apresentado o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após, lida e aprovada, será assinada pelos Senhores Membros da Comissão Examinadora.

Bauru, 15 de julho de dois mil e oito.

Prof. Dr. Manoel Henrique Salgado

Prof. Dr. Jair Wagner de Souza Manfrinato

Prof. Dr. Flávio Ferrari Aragon

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Carlos e Eunice.

A minha esposa Tereza (Meg), meus filhos Julian (Ju), Bianca (Pinguinho), Julia (Juju) e minha neta Maria Clara (kun) por tudo o que representam em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e professor Dr. Manoel Henrique Salgado, que sempre incentivou e auxiliou o presente trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Engenharia de Produção, pelo conhecimento transmitido e pela convivência acadêmica, dentre os quais destaco os Professores Doutores Jair de Souza Manfrinato, Antonio Martinez, José de Souza Rodrigues e Renato Campos.

Ao Prof. Dr. Vagner Cavenaghi que além de professor do curso, foi o responsável pelo meu ingresso na docência.

Aos servidores do departamento de pós-graduação da Unesp pela presteza e pela gentileza no atendimento e nas informações.

Aos colegas de mestrado pelo convívio, discussões que certamente agregaram conhecimento ao longo do período.

Ao Odécio Aparecido Pegorer, Carlos Alberto Ferreira Lages, Helio Yoshiaki Ota, Luís Geraldo Pinotti e José Roberto Gomes Lorenzetti, colegas de trabalho que apoiaram e incentivaram meu ingresso no presente curso.

Ao senhor José Alexandre Moreno, diretor-presidente do Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Lençóis Paulista, SP, cuja atenção dispensada e informações recebidas foram vitais para a realização do presente trabalho.

EPÍGRAFE

A sabedoria da natureza é tal

que não produz

nada de supérfluo

ou inútil.

Nicolau Copérnico (1473 -1543)

RESUMO

Esta dissertação tem como finalidade, apresentar e comparar dados quantitativos relativos à estação de tratamento de esgotos situada no interior de São Paulo, mais especificamente na cidade de Lençóis Paulista. A proposta do presente trabalho é a apresentação de dados financeiros, particularmente retorno e risco do projeto. Dados esses que demonstram também o montante investido, e ainda, as receitas e despesas inerentes ao funcionamento do mesmo. Serão utilizados métodos de análise investimentos tradicionalmente conhecidos como valor presente líquido, taxa interna de retorno e prazo médio de retorno. Para o cálculo da probabilidade de risco do projeto, a distribuição normal será a ferramenta utilizada. É senso comum que um dos maiores fatores de degradação da qualidade da água é justamente a poluição resultante do lançamento dos esgotos sanitários coletados em corpos d'água, o que justifica a necessidade do tratamento desses esgotos, de modo a reduzir a carga poluidora antes de sua disposição final. Segundo dados do Governo Federal apenas 20,2% do esgoto sanitário coletado nos domicílios brasileiros recebem tratamento e só uma pequena parcela tem destinação final sanitariamente adequada no meio ambiente (IBGE, 2003).

Desta forma, o presente estudo deste problema contemporâneo, demonstrou quantitativamente que a implantação de uma ETE é viável financeiramente, como demonstra os cálculos do valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e o prazo médio de retorno do investimento (*payback*). Esses métodos de avaliação de investimento foram sensibilizados com uma série que

envolve a probabilidade de crescimento populacional, o que possibilitou calcular o risco do projeto, cujo percentual confirma a viabilidade do projeto, em razão do risco calculado ser muito baixo.

Palavras-chave: Lançamento “in natura”, Tratamento de Esgotos, Viabilidade Financeira.

ABSTRACT

This dissertation has the purpose to present and compare quantitative data about waste water treatment station, placed in Lençóis Paulista city, in the state of Sao Paulo. At first, this work had the intent to present financial and environmental data, however, the project not in operation, it showed only financial data. These data demonstrate the amount of money invested, as also, the revenues and expenses inherent of operation. This work used the traditional investment analysis method, like net present value, interested rate return and payback. To calculate the project risk probability, it was used normal distribution. The waste water collected is fundamental to guarantee the population's life quality. However, one of the major reason to quality's water degradation is the pollution resulted of throwing waste waters in creeks, rivers and others flow waters which justify the need to treat them, reducing the amount of pollution before their final disposal. According to Brazilian's Government statistics, only 20,2% of waste water from brazilian's homes receives proper treatment, and just a small quantity is returned in sanitary way to the environment. (IBGE, 2003). In such a way, this study exposes a contemporary problem, demonstrating quantitatively, that the implementation of ETE is financially viable, like demonstrated calculation of the net present value (NPV), internal interested rate (IRR), and payback. That investments methods evaluation was sensibility through an probability series about population growth, that make possible calculated the project risk, wich result confirm the viability of the project.

Key-words: Release "in nature", Wastewater treatment, Financial viability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Evolução histórica dos aspectos de saúde pública e meio ambiente no setor de saneamento no Brasil.....	23
Tabela 2	Doenças relacionadas com a ausência de rede de esgotos.....	34
Tabela 3	Doenças relacionadas com água contaminada.....	35
Tabela 4	Doenças e outras consequências da ausência de tratamento do esgoto sanitário.....	35
Tabela 5	Dados da demanda demográfica.....	75
Tabela 6	Análise dos projetos X e W.....	88
Tabela 7	Análise do projeto X.....	91
Tabela 8	Análise do projeto W.....	91
Tabela 9	Valores de <i>Payback</i> Simples.....	112
Tabela 10	Relação entre valores e tempos de retorno.....	113
Tabela 11	Valores Presentes Líquidos.....	114
Tabela 12	Taxas Internas de Retorno.....	116
Tabela 13	Crescimento Populacional de 1994 a 2003.....	117
Tabela 14	Estimativa de crescimento da população.....	118
Tabela 15	Probabilidade de ocorrência para cada taxa de crescimento populacional escolhida.....	119
Tabela 16	Análise de risco – valor esperado e desvio padrão.....	119

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNH – Banco Nacional da Habitação

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento

CASS – *Cyclic Activated Sludge System* – Sistema Cíclico de Lodos Ativados, por batelada

CESB's – Companhias Estaduais de Saneamento Básico

CF – Constituição Federal

CNS – Conferência Nacional da Saúde

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRN – Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção de Recursos Naturais da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo

CTA – Custo Total Atualizado (VPL)

DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNER – Departamento Nacional de Endemias Rurais

DNS – Departamento Nacional de Saúde

EE – Estação Elevatória

EEE – Estação Elevatória de Esgotos

ENSP – Escola Nacional de Saúde Pública

EPC – Equipamento de Proteção Coletiva

ESA – Engenharia Sanitária e Ambiental

ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

FUNDETE – Fundação Municipal para a Construção e Manutenção do Sistema de Tratamento de Esgoto Urbano de Lençóis Paulista

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IOC – Instituto Oswaldo Cruz

IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IBGE)

IRR – *Internal Rate of Return* (Taxa Interna de Retorno – TIR)

MD – Margem Direita

ME – Margem Esquerda

MÊS – Ministério da Educação e Saúde

MS – Ministério da Saúde

MT – Ministério do Trabalho

NPV – *Net Present Value* (Valor Presente Líquido – VPL)

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

OPAS – Organização Panamericana de Saúde

PBD – Payback Descontado

PBE – Payback Econômico

PBHSF – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

PBS – Payback Simples

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PNS – Política Nacional de Saúde

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RDH – Relatório de Desenvolvimento Humano

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SAELP – Serviço de Água e Esgoto de Lençóis Paulista

SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados

SESP – Serviço Especial de Saúde Pública

SNI – Sistema Nacional de Informações

SUCAM – Superintendência de Campanhas de Saúde Pública

SUS – Sistema Único de Saúde

TAC – Termo de Ajuste de Conduta

TIR – Taxa Interna de Retorno

VAL – Valor Atual Líquido (VPL)

VPL – Valor Presente Líquido

LISTA DE SÍMBOLOS

B_i – Benefícios do projeto

C_i – Custos do projeto

F_i – Fluxo de Caixa no ano i

I - Investimento

K – Custo do Capital

k – taxa de retorno

km – quilômetro

FC_t – Fluxo de Caixa no período t

n – número de fluxos de caixa

t - períodos

Σ - somatório

INTRODUÇÃO.....	16
2 SAÚDE PÚBLICA, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE.....	21
2.1 Saúde Pública.....	26
2.2 Saneamento.....	36
2.3 Meio Ambiente.....	42
3 TRATAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO – TECNOLOGIA.....	48
3.1 Partes constituintes.....	51
3.2 Classificação dos Métodos de Tratamento.....	51
3.3 Fases do Tratamento.....	52
3.3.1 Tratamento preliminar.....	52
3.3.2 Tratamento primário.....	53
3.3.3 Tratamento secundário.....	54
3.3.4 Tratamento terciário.....	55
3.4 Tecnologias existentes.....	56
3.4.1 Disposição do solo.....	56
3.4.2 Lagos de estabilização sem aeração.....	57
3.4.3 Sistema anaeróbios simplificados.....	58
3.4.4 Lagoas anaeróbias.....	59
3.4.5 Lagoas de estabilização aeradas.....	59
3.4.6 Ar difuso.....	60
3.4.7 Lodos ativados.....	61
3.4.8 Filtros biológicos.....	62
3.4.9 Biofiltro aerado submerso.....	63
3.4.10 Tratamento com oxigênio puro.....	63
3.4.11 Tratamento com biotecnologia.....	64
4 PERFIL DA CIDADE-BASE DO ESTUDO.....	66
4.1 Lençóis Paulista/SP.....	66
4.1.1 Perfil Municipal de Lençóis Paulista.....	66
5 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA CIDADE-ALVO.....	68
5.1 Lençóis Paulista/SP.....	68
5.1.1 O Projeto da ETE de Lençóis Paulista/SP.....	70
5.1.2 Parâmetros para a Execução da obra.....	77
5.1.2.1 Pré-tratamento.....	77
5.1.2.1.1 Calha Parshal.....	77
5.1.2.1.2 Gradeamento.....	77
5.1.2.1.3 Desarenador.....	78
5.1.2.2 Sistema de Lagoas.....	78
5.1.2.2.1 Lagoa aneróbia.....	78
5.1.2.2.2 Lagoa facultativa.....	79
5.1.3 Disposição final dos sólidos originados.....	79
5.1.3.1 Pré-tratamento.....	79
5.1.3.2 Lodo das lagoas anaeróbias.....	80
5.1.4 Execução das Obras.....	80
5.1.4.1 Projeto.....	80
5.1.4.2 Segurança na Obra.....	80

5.1.4.3 Terraplanagem.....	81
5.1.4.4 Obras civis e complementares.....	81
5.1.5 Manutenção e Operação.....	81
6 MÉTODOS PARA ANÁLISE.....	83
6.1 Método financeiro.....	84
6.1.1 Payback Simples.....	86
6.1.2 Payback Descontado (econômico).....	89
6.1.3 Valor Presente Líquido (VPL).....	93
6.1.4 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	95
6.1.5 Análise de Sensibilidade.....	96
6.1.6 Análise de Risco (Valor Esperado e Frequência Acumulada).....	98
6.2 Método Ambiental.....	101
6.2.1 Descrição dos 5 indicadores selecionados para o tema (água).....	103
6.2.1.1 AG-1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	103
6.2.1.2 AG-3 Coliformes fecais (termotolerantes).....	104
6.2.1.3 AG-4 Oxigênio Dissolvido (OD).....	105
6.2.1.4 AG-5 Toxidez alta.....	105
6.2.1.5 AG-12 Porcentagem de população com esgotos tratados ou dispostos adequadamente.....	106
6.2.2 Índice Água.....	107
7 ANÁLISE FINANCEIRA.....	108
7.1 Payback Simples.....	111
7.2 Payback Descontado (econômico).....	112
7.3 Valor Presente Líquido (VPL).....	113
7.4 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	115
7.5 Análise de Sensibilidade.....	116
7.6 Análise de Risco.....	117
7.7 Comparação Payback Simples versus Payback Descontado.....	121
8 CONCLUSÃO.....	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
ANEXO A	
Dados do Projetos – contendo os dados gerais do projeto.....	131
Variações populacionais e resumo dos resultados obtidos.....	132
Projeto – cálculo TIR e VPL com crescimento populacional de 0,40%.....	133
Projeto – cálculo TIR e VPL com crescimento populacional de 1,10%.....	134
Projeto – cálculo TIR e VPL com crescimento populacional de 1,80%.....	135
Projeto – cálculo TIR e VPL com crescimento populacional de 2,50%.....	136
Projeto – cálculo TIR e VPL com crescimento populacional de 3,20%.....	137
Resumo contendo resultados de retorno e risco do projeto.....	138

1. INTRODUÇÃO

O crescimento dos centros urbanos, provocado por fatores que trouxeram o homem do campo para a cidade, trouxe consigo uma grande preocupação: a poluição.

A poluição tem sua origem nos resíduos gerados pelo ser humano no seu cotidiano, nas suas residências, no seu trabalho como também no seu lazer. Pode-se classificá-los genericamente como: resíduos sólidos urbanos¹, resíduos das indústrias², resíduos de serviços da saúde³ e resíduos líquidos urbanos⁴.

Nos dias de hoje, as questões ambientais tem preocupado os governos e a sociedade como um todo e, neste sentido, projetos e ações que dêem resultados em curto prazo são necessários para a reversão do atual quadro de degradação ambiental, pois, de outra forma, a próxima espécie a ser extinta será a humana.

O que trará a tranquilidade de se estar em um ambiente com as mínimas condições de preservação das espécies, sem poluição, será o comprometimento de cada habitante, de cada município, na busca de ações

¹ Lixo doméstico.

² Lixo das indústrias.

³ Lixo hospitalar.

⁴ Esgotos sanitários.

que modifiquem nossos hábitos cotidianos, procurando, a cada dia, capacitar mais pessoas na direção da gestão sustentável do meio ambiente.

De acordo com Giafferis (2001, p.1): *“Os maiores problemas sanitários que afetam a população mundial estão diretamente ligados ao meio ambiente”*.

Outro ponto importante traz à tona a péssima realidade em que se encontra a saúde pública no Brasil, além da falta de moradias e educação, a falta de saneamento básico é uma constante nos municípios brasileiros.

Segundo Buss (2000, p.1):

Existem evidências científicas abundantes que mostram a contribuição da saúde para a qualidade de vida de indivíduos ou populações. Da mesma forma, é sabido que muitos componentes da vida social que contribuem para uma vida com qualidade são também fundamentais para que indivíduos e populações alcancem um perfil elevado de saúde. É necessário mais do que o acesso a serviços médico-assistenciais de qualidade, é preciso enfrentar os determinantes da saúde em toda a sua amplitude, o que requer políticas públicas saudáveis, uma efetiva articulação intersetorial do poder público e a mobilização da população.

A responsabilidade pela prestação dos serviços de saneamento básico sempre se situou na esfera municipal - mesmo antes da Constituição Federal de 1988, que reafirmou tal competência (MOREIRA, 1996).

Segundo Nozaki (2007, p.11):

Vários são os motivos para um estudo do setor de saneamento básico, não só no Brasil, mas de uma forma mais ampla e geral, pois trata-se de um setor que envolve características muito peculiares, que vai desde a sua forma de provisão, legislação, a existência de fortes externalidades positivas na área da saúde e do meio ambiente, dentre outras características e fatores e, é claro, o peso sobre o desenvolvimento e crescimento econômico do país.

Os números do Sistema Nacional de Informações (SNI) sobre Saneamento, do Ministério das Cidades, mostram que o Brasil ainda tem muito que avançar em relação ao saneamento básico, na data em que a Organização das Nações Unidas (ONU) comemora o “Dia Mundial da Água”.

O índice médio de coleta de esgotos no país é de 69,7%, sendo que o tratamento atinge apenas 20,2%. Os números de coleta e tratamento de esgotos no Brasil refletem diferenças regionais históricas do país: no Sudeste, o índice de coleta é de 91,4%, já na região Norte, não chega a 9% das habitações.

O tratamento de esgotos como visto, não é somente uma preocupação ambiental e de saúde pública, mas sim de gerenciamento público dos mananciais e corpos d’água existentes, ou seja, de proteção à vida.

Para tanto existem diversas tecnologias adequada à população a ser atendida, de acordo com o volume de esgoto sanitário produzido. Dentre essas tecnologias, cada uma possui um valor básico de investimento, dependendo da sofisticação, operacionalização e aparelhamentos exigidos.

O escopo do presente trabalho é realizar uma análise financeira do projeto de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), da cidade de Lençóis Paulista, Estado de São Paulo.

Para tal análise estudou-se diversos indicadores, contudo, optou-se por um estudo básico centrado nos seguintes índices: *Payback* Simples, *Payback* Descontado, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Análise de Sensibilidade e Análise de Risco sob o prisma da probabilidade envolvendo taxas de crescimento populacional, que sensibilizam diretamente receitas de despesas, em última análise o fluxo de caixa do projeto.

Os períodos de *payback* refletem em quanto tempo o valor investido retornará ao município ou ainda, quando se tratar de investidor privado, aos investidores. Vale esclarecer que o período de análise Simples considera os valores dos fluxos de caixa sem a incidência da taxa de retorno ou custo de oportunidade, o período descontado por sua vez leva em seu cálculo esta taxa de retorno.

Segundo Lapponi (2006, p.357), o VPL:

[...] compara o capital investido com o presente da série de retornos gerados por esse investimento utilizando uma certa taxa de juro, denominada taxa requerida de juro",

Neste trabalho, a taxa de desconto dos fluxos de caixa futuros, chamada de taxa mínima de atratividade (TMA), será estabelecida em 12% ao ano (doze por cento ao ano), por ser uma taxa muito próxima àquela taxa de juros paga pelos Títulos Públicos Federais.

A TIR, de acordo com Vieira Sobrinho (1986, p.144):

[...] é a taxa que equaliza o valor presente de um ou mais pagamentos (saídas de caixa) com o valor presente de um ou mais recebimentos (entradas de caixa).

A análise de sensibilidade para este estudo focou a variação do crescimento populacional, uma vez que essa variação promove a criação de vários cenários necessários a uma avaliação mais abrangente dos projetos.

Para a análise de risco, que tem seus cálculos baseados no VPL Esperado, foram distribuídas probabilidades para cada cenário para o projeto em estudo.

2. SAÚDE PÚBLICA, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

Saúde pública, saneamento e meio ambiente sempre andaram muito distantes, contudo nos últimos anos essa distância vem sendo reduzida drasticamente em virtude de leis e programas governamentais que surgem “incentivando” os municípios a repensar suas políticas públicas em relação ao tratamento de esgoto.

Essa mudança de postura é originária de duas vertentes principais: 1) a crescente preocupação com o desabastecimento de água nas cidades, provocado, principalmente, pela poluição originada do despejo dos esgotos sanitários, sem qualquer tratamento, nos rios e mananciais; 2) a intervenção da promotoria pública com autuações e aplicação de multas aos municípios que não atendem a legislação específica.

Outro fato importante, neste cenário, está focado no rombo financeiro que a pasta da saúde vem causando aos cofres públicos, em virtude do grande número de doenças originadas pela falta de saneamento básico, como: água tratada, coleta e tratamento de esgoto.

Segundo Rosen (1994, p.423):

[...] o reconhecimento da importância do saneamento e de sua associação com a saúde do homem remonta às mais antigas culturas. Ruínas de uma grande civilização, que se desenvolveu ao norte da Índia há cerca de 4.000 anos, indicam evidências de hábitos sanitários, incluindo a presença de banheiros e de esgotos nas construções, além de drenagem nas ruas.

Para a conservação do meio ambiente é fundamental que haja a coleta e o tratamento dos esgotos sanitários, uma vez que um dos maiores degradadores da qualidade da água é a poluição resultante do lançamento dos esgotos “in natura” nos corpos d’água.

Nesse sentido Giafferis (2001, p.1) aponta que: *“[...] os maiores problemas sanitários que afetam a população mundial estão diretamente ligados ao meio ambiente”*.

O Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH, 2006), intitulado “Além da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água” divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) relatam que a falta de acesso à água e ao saneamento mata uma criança a cada 19 segundos, em decorrência de diarreia⁵. As estimativas do relatório apontam

⁵ A diarreia consiste no aumento do número de evacuações (fezes não necessariamente líquidas) e/ou a presença de fezes amolecidas ou até líquidas nas evacuações. Normalmente não são graves e prolongam-se pelo máximo de sete dias. A diarreia é classificada em Aguda, quando dura até 4 semanas e Crônica, quando leva mais tempo do que isso para melhorar.

que há 1,1 bilhão de pessoas sem acesso à água limpa, e que, dessas, quase duas em cada três vivem com menos de dois dólares por dia.

“A crise da água e do saneamento é, acima de tudo, uma crise dos pobres”, resume o relatório (RDH, Falta de água e esgoto mata uma criança a cada 19 segundos, 2006, p.1).

Pode-se resumir o grande desafio para os próximos anos alicerçado em duas premissas básicas, até agora não atendidas: 1) na conservação do meio ambiente, evitando a devastação de matas e florestas e principalmente na proteção dos mananciais de água; 2) no atendimento às necessidades básicas das populações economicamente mais pobres, objetivando dar a elas, acesso às condições de vida mais saudáveis, fornecendo água potável e recolhendo e tratando os efluentes domésticos (esgotos sanitários).

A tabela 1 demonstra a relação histórica entre saúde pública, saneamento e meio ambiente no Brasil.

Tabela 1 - Evolução histórica dos aspectos de saúde pública e meio ambiente no setor de saneamento no Brasil

Período	Principais Características
Meados do século XIX até o início do século XX	• Estruturação das ações de saneamento sob o paradigma do higienismo, isto é, como uma ação de saúde contribui para a redução da morbimortalidade por doenças infecciosas, parasitárias e até mesmo não infecciosas. • Organização dos sistemas de saneamento como resposta a situações epidêmicas, mesmo antes da identificação dos agentes causadores das doenças.
Início do século XX até a década de 1930	• Intensa agitação política em torno da questão sanitária, com a saúde ocupando lugar central na agenda pública: saúde pública com bases científicas modernas a partir das pesquisas de Oswaldo Cruz. • Incremento do número de cidades com abastecimento de água e da

Essa classificação tem importância porque o tratamento e a investigação de cada um dos tipos é diferente. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Diarreia>. Acesso em: 12 dez 2007.

	mudança na orientação do uso da tecnologia em sistemas de esgotos, com a opção pelo sistema separador absoluto, em um processo marcado pelo trabalho de Saturnino de Brito ⁶ , que defendia planos estreitamente relacionados com as exigências sanitárias (visão higienista).
Décadas de 1930 e 1940	• Elaboração do Código das Águas (1934), que representou o primeiro instrumento de controle do uso de recursos hídricos no Brasil, estabelecendo o abastecimento público como prioritário. • Coordenação das ações de saneamento (sem prioridade) e assistência médica (predominante), essencialmente, pelo setor de saúde.
Décadas de 1950 e 1960	• Surgimento de iniciativas para estabelecer as primeiras classificações e os primeiros parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos definidores da qualidade das águas, por meio de legislações estaduais e em âmbito federal. • Permanência da dificuldade em relacionar os benefícios do saneamento com a saúde, restando dúvidas inclusive quanto à sua existência efetiva.
Década de 1970	• Predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade, embora ausentes dos programas de atenção primária à saúde. • Consolidação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), com ênfase no incremento dos índices de atendimento por sistemas de abastecimento de água. • Inserção da preocupação ambiental na agenda política brasileira, com a consolidação dos conceitos de ecologia e meio ambiente e a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA) em 1973.
Década de 1980	• Formulação mais rigorosa dos mecanismos responsáveis pelo comprometimento das condições de saúde da população, na ausência de condições adequadas de saneamento (água e esgotos). • Instauração de uma série de instrumentos legais de âmbito nacional definidores de políticas e ações do governo brasileiro, como a Política Nacional do Meio Ambiente (1981). • Revisão técnica das legislações pertinentes aos padrões de qualidade das águas.
Década de 1990 até o início do século XXI	• Ênfase no conceito de desenvolvimento sustentável e de preservação e conservação do meio ambiente e particularmente dos recursos hídricos, refletindo diretamente no planejamento das ações de saneamento. • Instituição da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97). • Incremento da avaliação dos efeitos e consequências de atividades de saneamento que importem impacto ao meio ambiente.

Fonte: Branco (1991), Cairncross(1989), Costa (1994) e Heller (1997) apud Soares, Bernardes e Cordeiro Neto (2002)

⁶ Francisco Rodrigues Saturnino de Brito (Campos, 1864 — Pelotas, 1929) foi o engenheiro sanitário que realizou alguns dos mais importantes estudos de saneamento básico e urbanismo em várias cidades do país, sendo considerado o "pioneiro da Engenharia Sanitária e Ambiental no Brasil". Seu invento mais conhecido foi o tanque fluxível, utilizado no Brasil e em toda a Europa no século XX, que foi batizado, após a sua morte, de tanque fluxível tipo Saturnino de Brito só abandonado depois da década de 1970 após a adoção da tensão trativa para o cálculo das redes de esgotos sanitários. Foi eleito pelo congresso da "Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, por unanimidade, como Patrono da Engenharia Sanitária Brasileira. Escreveu diversas obras técnicas de saneamento que foram adotadas na França, Inglaterra e Estados Unidos. Suas obras completas foram editadas, após o seu falecimento, pelo Instituto Nacional do Livro na Imprensa Nacional, e incluem, entre outros volumes, o "Saneamento de Santos", o "Saneamento de Campos", o "Saneamento de Pelotas e Rio Grande", o "Saneamento de Recife", "o Saneamento de Natal", "Controle de Enchentes" e o famoso livro "Le Tracé Sanitaire des Villes", editado na França. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Saturnino_de_Brito. Acesso em: 12 dez 2007.

Heller (1998, p.79) expõe sobre a relação entre saúde e saneamento:

Diversos estudos epidemiológicos, investigando a relação entre saúde e saneamento, já foram desenvolvidos, contemplando diferentes indicadores de saúde, diferentes ações de saneamento e diferentes realidades sócio-econômicas e geográficas.

Ainda, no sentido da inter-relação entre os temas, Soares, Bernardes e Cordeiro Netto (2002, p.1716) comentam sobre dois tipos de análises distintas:

Do estrito ponto de vista da engenharia, o que se avalia em um organismo patogênico não é a sua natureza biológica, nem o seu comportamento no corpo do doente, e sim o seu comportamento no meio ambiente, pois é nessa dimensão que as intervenções de saneamento podem influenciar na ação desse patogênico sobre o homem (Cairncross, 1984). Dessa forma, para uma melhor compreensão do problema, dois tipos de estudos se mostram pertinentes (Heller, 1997). O primeiro diz respeito aos modelos que têm sido propostos para explicar a relação entre ações de saneamento e a saúde, com ênfase em distintos ângulos da cadeia causal. O segundo tipo de análise consiste em classificar as doenças segundo categorias ambientais cuja transmissão está ligada com o saneamento, ou com a falta de infra-estrutura adequada. Assim, a partir dessas classificações, o entendimento da transmissão das doenças relacionadas com o saneamento passa a constituir um instrumento de planejamento das ações, com vistas a considerar de forma mais adequada seus impactos sobre a saúde do homem.

De acordo com Mendes (2007):

As pessoas que trabalharam na Agenda 21 escreveram a seguinte frase: *"A humanidade de hoje tem a habilidade de desenvolver-se de uma forma sustentável, entretanto é preciso garantir as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações em encontrar suas próprias necessidades"*.

Diante do exposto pode-se concluir que o desenvolvimento sustentável só poderá ser obtido se houver uma inter-relação bem sucedida entre saúde pública, saneamento e meio ambiente.

2.1 Saúde Pública

Saúde pública é a aplicação de conhecimentos (médicos ou não), com o objetivo de organizar sistemas e serviços de saúde, atuar em fatores determinantes do processo saúde-doença e impedir a incidência de doença nas populações (WIKIPEDIA, 2007a).

Para Paim (1980, p.42):

A expressão Saúde Pública pode dar margem a muitas discussões quanto sua definição, campo de aplicação e eventual correspondência com noções veiculadas, muitas vezes, de modo equivalente, tais como “Saúde Coletiva”, “Medicina Social/Preventiva/Comunitária”, “Higienismo”, “Sanitarismo”. Em geral a conotação veiculada pela instância da Saúde Pública, costuma referir-se a formas de agenciamento político/governamental (programas, serviços, instituições) no sentido de dirigir intervenções voltadas às denominadas necessidades sociais de saúde.

Segundo Frenk (1992, p.57):

[...] pode-se identificar em torno de cinco conotações diferentes em que a expressão saúde pública é empregada, sem incluir hibridismo: o termo pública equivale ao setor público, governamental; pode incluir a participação da comunidade organizada, o público; identifica-se aos serviços dirigidos à dimensão coletiva, como por exemplo o saneamento; acrescenta ao anterior serviços pessoais dirigidos a grupos vulneráveis, como por exemplo programas de saúde materno infantil; refere-se a problemas de elevada ocorrência e/ou ameaçadores.

De acordo com Giafferis (2001, p.5):

A saúde pública pode ser considerada como tendo início quando o homem se apercebeu, que da vida em comunidade resultavam perigos especiais para a saúde dos indivíduos e foi descobrindo consciente e inconscientemente, meios de reduzir e evitar esses perigos.

Através das citações anteriores, pode-se entender que o termo saúde pública nos remete a considerar que os governos são os responsáveis pela saúde preventiva e assistencial no tocante à coletividade, ou pelo menos deveriam ser, o que nem sempre acontece (principalmente no Brasil).

No Brasil a saúde pública desde o seu início passou por diversas mudanças, de acordo com as descrições abaixo.

A saúde pública no Brasil teve início em 1808, contudo, o Ministério da Saúde (MS) somente foi instituído em 25 de julho de 1953, conforme Lei nº 1.920. Antes desse período a saúde estava vinculada à Educação, denominado Ministério da Educação e Saúde (MES).

A partir de sua criação, o MS passou a encarregar-se das atividades que até então eram de responsabilidade do Departamento Nacional de Saúde (DNS), mantendo a mesma estrutura deficiente para dar ao órgão o perfil de Secretaria de Estado. Sua ação limitava-se à esfera legal, pois, mesmo sendo a unidade administrativa de ação sanitária direta do Governo, as demais

funções encontravam-se distribuídas por vários ministérios e autarquias, com dispersão do pessoal técnico e pulverização dos recursos financeiros.

Foi em 1956, três anos após a criação do MS, que surgiu o Departamento Nacional de Endemias Rurais (DNER), tendo por finalidade a organização e execução dos serviços de investigação e combate às diversas endemias existentes no Brasil, dentre elas a malária⁷, a doença de Chagas⁸, febre amarela⁹ e outras.

Nessa época, o Instituto Oswaldo Cruz (IOC) conservava sua condição de órgão de investigação, pesquisa e produção de vacinas; a Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) tinha como incumbência a formação e aperfeiçoamento de pessoal e o antigo Serviço Especial de Saúde Pública

⁷ Malária ou paludismo, entre outras designações, é uma doença infecciosa aguda ou crônica causada por protozoários parasitas do gênero Plasmodium, transmitidos pela picada do mosquito Anopheles. A malária mata 2 milhões de pessoas por ano, uma taxa só comparável à da SIDA/AIDS, e afeta mais de 500 milhões de pessoas todos os anos. É a principal parasitose tropical e uma das mais frequentes causas de morte em crianças nesses países: (mata um milhão de crianças com menos de 5 anos a cada ano). Segundo a OMS, a malária mata uma criança africana a cada 30 segundos, e muitas crianças que sobrevivem a casos severos sofrem danos cerebrais graves e têm dificuldades de aprendizagem. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Malaria>. Acesso em: 12 dez 2007.

⁸ A Doença de Chagas, Mal de Chagas ou Chaguismo, também chamada Tripanossomíase Americana, é uma infecção causada pelo protista cinetoplástida flagelado Trypanosoma cruzi, e transmitida por insetos, conhecidos no Brasil como barbeiros (da família dos Reduviídeos (Reduviidae), pertencentes aos gêneros Triatoma, Rhodnius e Panstrongylus. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Doen%C3%A7a_de_Chagas. Acesso em: 12 dez 2007.

⁹ A febre amarela é uma doença infecciosa transmitida por mosquitos contaminados por um flavivirus e ocorre na América Central, na América do Sul e na África. No Brasil, a febre amarela pode ser adquirida em áreas urbanas, silvestres e rurais. Ou seja, o indivíduo entra em regiões onde existam os mosquitos que picam uma pessoa infectada e em seguida picam outra que ainda não teve a doença, portanto não adquiriu defesas naturais. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Febre_amarela. Acesso em: 12 dez 2007.

(SESP) atuava no campo da demonstração de técnicas sanitárias e serviços de emergência que necessitavam de pronta mobilização.

Na década de 1960, o discurso dos sanitaristas, em torno das relações entre saúde e desenvolvimento, ganhou grande dimensão em virtude da desigualdade social marcada pela alta concentração de riqueza em contraste com a baixa renda per capita do país. Nesse período, as propostas para adequação dos serviços de saúde à realidade nacional diagnosticada pelos sanitaristas desenvolvimentistas obtiveram inúmeros marcos dentre eles a formulação da Política Nacional de Saúde (PNS) que tinha como objetivo redefinir a identidade do MS, bem como colocá-lo em sintonia com os avanços alcançados na esfera econômico-social.

Outro fato marcante com a história da saúde no país ocorreu em 1963, com a realização da III Conferência Nacional da Saúde (CNS), convocada pelo ministro Wilson Fadul¹⁰, um visionário, defensor árduo da municipalização da

¹⁰ Wilson Fadul foi diplomado pela Faculdade Fluminense de Medicina, em 1945. No ano seguinte, ingressou na Aeronáutica como segundo-tenente médico. Elegeu-se vereador em 1950, em Campo Grande, onde atuava como tenente, na legenda do Partido Trabalhista Brasileiro (PTB). No ano seguinte foi nomeado presidente da Câmara Municipal. Em 1953, elegeu-se como Prefeito e em 1954, elege-se como deputado Federal por Mato Grosso. Em 1958, reelege-se como deputado federal. Concorreu ao governo em 1960, mas não foi bem sucedido. Após a renúncia do presidente Jânio Quadros (25/8/1961), integrou a comissão encarregada de elaborar a Emenda Constitucional nº 4 (2/7/1961) que, aprovada pelo

saúde. A Conferência propunha a reordenação dos serviços de assistência médico-sanitária e alinhamentos gerais para determinar uma nova divisão das atribuições e responsabilidades entre os níveis político-administrativos da Federação visando, sobretudo, a municipalização.

Com a revolução de 1964, os militares assumem o governo e empossam Raymundo de Brito como Ministro da Saúde que reitera o propósito de incorporar ao ministério a assistência médica da Previdência Social, embasado na proposta de fixar um plano nacional de saúde, segundo as diretrizes da III Conferência Nacional de Saúde.

Com a Reforma Administrativa Federal, em 25 de fevereiro de 1967, estabelece-se que o Ministério da Saúde arcaria com a responsabilidade da formulação e coordenação da Política Nacional de Saúde. Ficaram sob sua responsabilidade as seguintes áreas: política nacional de saúde; atividades médicas e paramédicas; ação preventiva em geral, vigilância sanitária de

Congresso, implantou no país o regime parlamentarista, adotado como forma conciliatória para permitir a posse do vice-presidente João Goulart, cujo nome era vetado pelos ministros militares. Posteriormente, em setembro de 1962, votaria pela antecipação do plebiscito que, previsto para o início de 1965, acabaria por realizar-se em janeiro de 1963, determinando o retorno do país ao presidencialismo. Em 1961 elege-se no terceiro mandato de deputado federal e em 1963 licencia-se do cargo para assumir o Ministério da Saúde. Em sua gestão realizou-se uma pesquisa sobre a indústria farmacêutica no Brasil, que revelou um índice de desnacionalização no setor de cerca de 95%. Baseado nessas informações, o governo federal, criou o Grupo Executivo da Indústria Farmacêutica Nacional com o objetivo de defender a indústria nacional de medicamentos, proibindo a importação de matéria-prima a preços fora da concorrência internacional e incentivando a implantação de uma indústria química de base. Em 4 de abril de 1964 foi demitido do Ministério da Saúde. Reassume em seguida sua cadeira na Câmara, teve o mandato cassado e os direitos políticos suspensos por dez anos em junho de 1964 pelo Ato Institucional nº 1 (AI-1). Depois disso, afastou-se da política e passou a residir no Rio de Janeiro. Em 1969 filiou-se ao PDT, concorreu ao governo do Mato Grosso do sul em 1982, mas foi derrotado mais uma vez, retornando ao Rio de Janeiro. Foi vice-presidente do Banerj de 1984 a 87, durante o primeiro governo de Leonel Brizola (1983-1987) (DICIONÁRIO HISTÓRICO BIOGRÁFICO BRASILEIRO PÓS 1930, 2. ed., FGV, 2001).

fronteiras e de portos marítimos, fluviais e aéreos, controle de drogas, medicamentos e alimentos e pesquisa médico-sanitária.

Nesses quase cinqüenta anos, o MS passou por diversas reformas em sua estrutura, destacando-se as de 1974 as quais podemos citar que:

- as Secretarias de Saúde e de Assistência Médica (SSAM) foram englobadas para que não houvesse uma dicotomia entre a Saúde Pública e a Assistência Médica;
- a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM) passa a ser subordinada ao Ministro do Estado possibilitando uma maior flexibilidade técnica e administrativa, elevando-a a órgão de primeira linha;
- foram criadas as Coordenadorias de Saúde CS), compreendendo as cinco regiões: Amazônia, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

A partir do final de 1980, destaca-se a Constituição Federal de 1988 (CF/88), que determina ser dever do Estado a garantia de saúde a toda a população e, para cumprir essa determinação cria o Sistema Único de Saúde (SUS).

Em 1990, o Congresso Nacional aprovou a Lei Orgânica da Saúde (LOS) que detalha o funcionamento do Sistema. Essa Lei, de nº 8080, de 19 de setembro de 1990, define e regula em todo o território nacional as ações e os

serviços de saúde, onde registra o dever do Estado como garantidor do direito fundamental das pessoas à saúde.

Diante dos fatos pode-se entender que faz exatamente dois séculos (1808-2008) que existe uma preocupação das autoridades governamentais brasileiras com a saúde; contudo, até agora, as respostas por parte do governo só vem quando o problema já está instalado, sem que haja qualquer estudo no sentido de prevenção, pois, na verdade, os órgãos são criados, extintos e modificados e os problemas de saúde pública continuam na espera de uma longínqua e incerta solução para suprir suas reais necessidades.

Segundo Heller (1997 apud GIAFFERIS, 2001, p.3): “[...] a falta de instrumentos de planejamento relacionados à saúde pública é uma importante lacuna em programas governamentais no campo do saneamento no Brasil”.

Para Paim e Almeida Filho (1998, p.302):

A área da saúde, inevitavelmente referida ao âmbito coletivo-público-social, tem passado historicamente por sucessivos movimentos de recomposição das práticas sanitárias decorrentes das distintas articulações entre sociedade e Estado que definem, em cada conjuntura, as respostas sociais às necessidades e aos problemas de saúde.

Já para Natal (2000, p.237):

A doença é um problema de saúde pública quando é causa freqüente de morbidade e mortalidade, quando existem métodos eficientes para a sua prevenção e controle, mas esses métodos não são adequadamente empregados pela sociedade, quando ao ser objeto

de campanha destinada ao controle, ocorre pela sua persistência com pouca ou nenhuma alteração.

O mesmo autor (2000), em seu texto, aborda a ineficácia do sistema público de saúde, apontando o ineficiente manejo dos métodos empregados como fonte da morbidade e mortalidade existente.

Briscoe (1984-1987 apud Soares *et al.*, 2002) estudou várias formas de contaminação de doenças como a incidência de cólera¹¹ e os casos de diarreias, desenvolvendo um modelo para o entendimento do efeito obtido após a eliminação de apenas parte das múltiplas vias de transmissão de uma determinada doença. O modelo inferiu que a obstrução de uma importante via de transmissão (a água poluída, por exemplo), pode implicar em uma redução muito inferior à esperada quanto à probabilidade de infecção. Verificou-se, pelos estudos, que a implementação de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário é condição necessária, mas não suficiente para garantir a eliminação dessas doenças. Outra observação foi a de que esses sistemas apresentam resultados de longo prazo sobre a saúde, bem maiores que os efeitos resultantes de intervenções médicas.

As tabelas 2, 3 e 4 mostram algumas das doenças resultantes da ausência de esgoto sanitário ou de água adequadamente tratada.

¹¹ A Cólera (ou cólera asiática) é uma doença causada pelo vibrião colérico (*Vibrio cholerae*), uma bactéria em forma de vírgula ou bastonete que se multiplica rapidamente no intestino humano produzindo potente toxina que provoca diarreia intensa. Ela afeta apenas os seres humanos e a sua transmissão é diretamente dos dejetos fecais de doentes por ingestão oral, principalmente em água contaminada.

que provoca diarreia intensa. Ela afeta apenas os seres humanos e a sua transmissão é diretamente dos.

Tabela 2 - Doenças relacionadas com a ausência de rede de esgotos

Grupos de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças relacionadas	Formas de prevenção
Feco-orais (não bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, quando não se tem higiene pessoal e doméstica adequada.	• Poliomielite • Hepatite tipo A • Giardíase • Disenteria amebiana • Diarréia por vírus	» Melhorar as moradias e as instalações sanitárias. » Implantar sistema de abastecimento de água. » Promover a educação sanitária.
Feco-orais (bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos contaminados e contato com fontes de águas contaminadas pelas fezes.	• Febre tifóide • Febre paratifoide • Diarréias e disenterias bacterianas, como a cólera	» Implantar sistema adequado de disposição de esgotos, melhorar as moradias e as instalações sanitárias. » Implantar sistema de abastecimento de água. » Promover a educação sanitária.
Helmintos transmitidos pelo solo	Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo.	• Ascariíase (lombriga) • Tricuríase • Ancilostomíase (amarelão)	» Construir e manter limpas as instalações sanitárias. » Tratar os esgotos antes da disposição no solo. » Evitar contato direto da pele com o solo (usar calçado).
Tênias (solitárias) na carne de boi e de porco	Ingestão de carne mal cozida de animais infectados	• Teníase • Cisticercose	» Construir instalações sanitárias adequadas. » Tratar os esgotos antes da disposição no solo. » Inspeccionar a carne e ter cuidados na sua preparação.
Helmintos associados à água	Contato da pele com água contaminada	• Esquistossomose	» Construir instalações sanitárias adequadas. » Tratar os esgotos antes do lançamento em curso d'água. » Controlar os caramujos. » Evitar o contato com água contaminada.
Insetos vetores relacionados com as fezes	Procriação de insetos em locais contaminados pelas fezes	• Filariose (elefantíase)	» Combater os insetos transmissores. » Eliminar condições que possam favorecer criadouros. » Evitar o contato com criadouros e utilizar meios de proteção individual.

Fonte: Esgoto é Vida (2007)

Tabela 3 - Doenças relacionadas com água contaminada

Grupos de Doenças	Formas de Transmissão	Principais Doenças Relacionadas	Formas de Prevenção
Transmitidas pela via feco-oral (alimentos)	O organismo patogênico (agente causador da)	• Leptospirose • Amebíase	» Proteger e tratar as águas de abastecimento

contaminados por fezes)	doença) é ingerido	- Hepatite infecciosa - Diarréias e disenterias, como a cólera e a giardíase	e evitar o uso de fontes contaminadas. » Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
Controladas pela limpeza com água	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação.	Infeções na pele e nos olhos, como o tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e a escabiose	» Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica.
Associadas à água (uma parte do ciclo de vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patógeno penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	» Adotar medidas adequadas para a disposição de esgotos. » Evitar o contato de pessoas com águas infectadas. » Proteger mananciais. » Combater o hospedeiro intermediário.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	- Malária - Febre amarela - Dengue - Elefantíase	» Eliminar condições que possam favorecer criadouros. » Combater os insetos transmissores. » Evitar o contato com criadouros. » Utilizar meios de proteção individual.

Fonte: Esgoto é Vida (2007)

Tabela 4 - Doenças e outras consequências da ausência de tratamento do esgoto sanitário

Poluentes	Parâmetro de Caracterização	Tipo de Esgotos	Consequências
Patogênicos	Coliformes	Domésticos	» Doenças de veiculação hídrica.
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	- Domésticos - Industriais	» Problemas estéticos. » Depósitos de lodo. » Absorção de poluentes. » Proteção de patogênicos.
Matéria orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio	- Domésticos - Industriais	» Consumo de oxigênio. » Mortandade de peixes. » Condições sépticas.
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	- Domésticos - Industriais	» Crescimento excessivo de algas. » Toxicidade aos peixes. » Doenças em recém-nascidos (nitratos).
Compostos não-biodegradáveis	Pesticidas Detergentes Outros	- Industriais - Agrícolas	» Toxicidade. » Espumas. » Redução da transferência de oxigênio. » Não biodegradabilidade. » Maus odores.

Fonte: Esgoto é Vida (2007)

De acordo com Giafferis (2001, p.10):

A saúde tem sido uma batalha contínua em que o homem está empenhado para manter um balanço positivo contra as forças biológicas, físico-químicas, mentais e sociais que tendem a romper este equilíbrio.

2.2 Saneamento

A água é um dos recursos naturais mais utilizados pelo homem, não somente para cumprir suas necessidades vitais, como também para os mais diversos fins. De fato, o suprimento de água em quantidade e qualidade adequadas a uma população é de fundamental importância para a prevenção e o controle de doenças, para garantir o conforto e para o desenvolvimento sócio-econômico. Sob outra ótica, a utilização da água para abastecimento traz como consequência a geração de esgotos sanitários, resultando em inúmeros impactos sobre o ambiente natural.

Saneamento é um conjunto de medidas, visando a preservar ou modificar as condições do ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde. Saneamento básico se restringe ao abastecimento de água e disposição dos esgotos, [...] (AMBIENTE BRASIL, 2007).

Segundo Heller (1998 p.74) a Organização Mundial da Saúde define:

Saneamento constitui o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem estar físico, mental ou social.

Ainda o mesmo autor (1998, p.75) observa que:

[...] fica clara a articulação do saneamento com o enfoque ambiental, ao situá-lo no campo do controle dos fatores do meio físico, e com a

abordagem preventiva de saúde, assumindo que a própria OMS considera o bem estar físico, mental e social como definição de saúde.

Entende-se pelos conceitos acima que saneamento é um conjunto de fatores que visam a trazer à coletividade um estilo de vida mais saudável; contudo, a conscientização da própria coletividade quanto aos benefícios oriundos de um sistema de saneamento condizente com a sua realidade encontra-se muito distante.

Moreira (1996, p.2-3) explicita num breve diagnóstico o Saneamento Básico no Brasil:

A responsabilidade pela prestação dos serviços de saneamento básico sempre se situou na esfera municipal - mesmo antes da Constituição Federal de 1988, que reafirmou tal competência.

Ao longo da década de 70, o Brasil empreendeu um significativo esforço com vistas a propiciar o abastecimento de água à população urbana. Valendo-se do mecanismo do Plano Nacional de Saneamento (Planasa), o governo incentivou a criação de companhias estaduais de saneamento básico (Cesb's), que se tornaram as executoras do referido Programa, sendo os recursos para elas transferidos pela União, através do BNH.

Com o Planasa e a criação das Cesb's, grande parte dos municípios brasileiros - dentre aqueles que não possuíam serviços próprios de água e esgoto e tampouco dispunham de recursos para desenvolvimento, implantação, operação e manutenção desses sistemas - concedeu a prestação desses serviços às companhias estaduais então criadas.

Atualmente dos mais de 5.563 municípios existentes no Brasil, cerca de 3.700 concederam seus serviços de saneamento às companhias estaduais (25 Companhias Estaduais de Saneamento Básico – CESB's). Grande parte dessas concessões, que são da década de 1970, encontra-se com os

respectivos contratos vencidos ou a vencer no curto prazo. Os demais municípios têm seus serviços de saneamento operados por autarquias ou empresas municipais (SAMAE's/SAAE's), pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) ou pela iniciativa privada (ESGOTO É VIDA, 2007).

Praticamente todos os municípios brasileiros são totalmente carentes nesse setor, não apresentando, por parte das administrações municipais, sistemas adequados de regulação e controle da prestação do serviço. As cobranças para um maior envolvimento da administração municipal, nas questões relativas ao setor de saneamento básico, são cada vez mais amplas. A inserção da administração municipal no processo pode ser regulamentada através de outros tipos de convênios como os de “cooperação técnica”, “cooperação mútua” e, como já mencionado, de “gestão compartilhada”. Todos esses podem ser, inclusive, negociados entre o estado e vários municípios de uma mesma região metropolitana ou que tenham sistemas interligados (ESGOTO É VIDA, 2007).

Dentre os países desenvolvidos onde há água tratada e sistema completo de esgoto sanitário para 100% da população, o Canadá tem-se destacado em um movimento de promoção da saúde, defendendo o conceito de cidade saudável, que tem hoje o aval da Organização Mundial de Saúde/Organização Panamericana de Saúde (OMS/OPAS) (ESGOTO É VIDA, 2007).

Os Estados Unidos e a maior parte dos países europeus já resolveram o problema da coleta, tratamento e disposição do esgoto sanitário há muitas

décadas; em alguns países, há mais de um século. Os investimentos que são feitos atualmente nesses países referem-se à modernização ou ampliação dos sistemas já implantados (ESGOTO É VIDA, 2007).

Pode-se ver que o problema de saneamento básico está presente em países que estão em desenvolvimento e que não lhe dispensam a devida atenção, pois ele (o saneamento) é a solução para que uma população seja mais saudável e ainda, para que o governo gaste menos em saúde.

Martins *et al.* (2001) asseveraram que há uma série de benefícios imensuráveis advindos do saneamento, como: a) conforto decorrente da eliminação do mau cheiro e diminuição de pernilongos; b) os anos acrescidos na expectativa de vida das pessoas que deixam de ficar doentes; c) a manutenção da produtividade que cai quando a pessoa fica doente, mesmo após a sua recuperação e a propensão a adquirir outras doenças, por causa da diminuição da resistência orgânica dos indivíduos.

No *site* Esgoto é Vida (2007), encontram-se listados alguns importantes benefícios do saneamento básico, quando implantados aplicados nos municípios:

- melhoria da saúde da população e redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças, uma vez que grande parte delas está relacionada com a falta de uma solução adequada de esgoto sanitário;
- diminuição dos custos de tratamento da água para abastecimento (que seriam ocasionados pela poluição dos mananciais);

- melhoria do potencial produtivo das pessoas;
- dinamização da economia e geração de empregos;
- eliminação da poluição estética/visual e desenvolvimento do turismo;
- eliminação de barreiras não-tarifárias para os produtos exportáveis das empresas locais;
- conservação ambiental;
- melhoria da imagem institucional;
- reconhecimento dos eleitores.

Os efeitos positivos do saneamento ambiental sob a ótica do desenvolvimento econômico foi reconhecido por Ramos e Cordeiro (2003, p.4) como fator preponderante:

O saneamento ambiental é reconhecido hoje, como fundamental e imprescindível para o desenvolvimento econômico e social, para manutenção da saúde humana e para a proteção e melhoria da qualidade ambiental. Os progressos obtidos nessa área, associados às conquistas científicas, especialmente na área de saúde possibilitaram a quase erradicação das epidemias de diversas doenças de vinculação hídrica, aumentando a expectativa de vida da população e melhoraram muito o nível de conforto das comunidades.

De acordo com os relatos acima, entende-se que já é hora de se repensar o quanto está sendo perdido, economicamente falando, com a falta de saneamento público que atenda às necessidades da coletividade.

Esgoto é Vida (2007), ainda aponta o forte impacto econômico que o investimento em esgoto sanitário representa para os municípios:

- valorização dos imóveis residenciais e comerciais;
- viabilização de novos negócios nos bairros beneficiados, que passam a reunir requisitos básicos para certos tipos de empreendimento;
- crescimento de negócios já instalados;
- crescimento da atividade de construção civil para atender ao aumento da procura por imóveis residenciais e comerciais num bairro recém dotado de rede de saneamento básico;
- criação de novos empregos a partir da dinamização da construção civil, da abertura de novos negócios ou do crescimento daqueles já existentes;
- aumento da arrecadação municipal de tributos.

Ainda neste sentido Heller (1998, p.77):

Aponta como sendo clara a relação existente entre saneamento e desenvolvimento. Em países com um grau mais elevado de desenvolvimento, os serviços de saneamento apresentam menores carências no atendimento à população, ao mesmo tempo que o corolário é verdadeiro, países que possuem uma melhor cobertura das redes de esgoto têm cidadãos mais saudáveis que por si só, representam um indicador de nível de desenvolvimento.

Com tudo isso, os municípios, berço da coletividade, têm muito a ganhar com a implantação de um sistema de saneamento de boa qualidade, pois assim oferecerão uma ótima qualidade de vida aos seus munícipes.

Logo abaixo transcreve-se alguns resultados financeiros obtidos com um bom planejamento do esgotamento sanitário (ESGOTO É VIDA, 2007):

- para cada R\$ 1,00 (um real) investido no setor de saneamento economiza-se R\$ 4,00 (quatro reais) na área de medicina curativa.
- para cada R\$ 1 milhão investido em obras de esgoto sanitário gera-se 30 empregos diretos e 20 indiretos, além dos empregos permanentes quando o sistema entra na fase de operação, segundo dados de estudos encomendados pelo BNDES.

Pelo exposto pode-se afirmar que os investimentos na área de saneamento básico, mais especificamente no tratamento dos esgotos, devem ser uma prioridade pública para os próximos anos.

2.3 Meio Ambiente

Ramos e Cordeiro (2003, p.1-2) entendem que:

[...] a simples construção e disponibilização de sistemas de esgotos a uma população já não é mais suficiente, faz-se necessário, neste momento, reformular a maneira de gerir o esgotamento sanitário nos aspectos operacional e ambiental, para que estes aspectos tornem-se mais eficazes e eficientes, como também para que a própria população passe a vê-los e valorizá-los. Há também, a necessidade que sua operação não venha a constituir problemas para a comunidade vizinha (outra cidade), no tocante a saúde, ao bem estar e principalmente aos significativos aspectos ambientais provocados pela poluição resultante.

É clara a exposição dos autores (2003, p.1-2) quanto à necessidade de um re-estudo do gerenciamento hoje utilizado no tratamento de esgotos.

Segundo Ferreira (2000, p.140):

[...] problemas ambientais, hoje, são nossos problemas sócio-ambientais. Fatalmente, onde quer que o homem esteja, numa aldeia montanhosa longe da civilização ou espremido nos trens dos subúrbios, todos serão mais ou menos afetados.

Jacobi (2000, p.4) aduz que:

Neste sentido, a crise ecológica global se converte num processo social na medida em que os impactos de agressões ao meio ambiente repercutem de forma interdependente em escala planetária.

O meio ambiente, hoje, não é mais um modismo de época, e sim, uma preocupação atual, onde há sinalizações claras das necessidades e atitudes a serem tomadas.

De acordo com Wikipédia (2007b), pode-se definir que:

Em biologia, sobretudo na ecologia, o meio ambiente inclui todos os fatores que afetam diretamente o metabolismo ou o comportamento de um ser vivo ou de uma espécie, incluindo a luz, o ar, a água, o solo – chamados fatores abióticos – e os seres vivos que coabitam no mesmo biótopo. Os fatores ambientais sem vida, tais como temperatura e luz do Sol, formam o meio ambiente abiótico¹². E os seres vivos ou os que recentemente deixaram de viver, tais como as algas e os alimentos, constituem o meio ambiente biótico¹³. Tanto o

¹² Meio Ambiente Abiótico: O meio ambiente abiótico inclui fatores como solo, água, atmosfera e radiações. É constituído de muitos objetos e forças que se influenciam entre si e influenciam a comunidade de seres vivos que os cercam. Por exemplo, a corrente de um rio pode influir na forma das pedras que jazem ao longo do fundo do rio. Mas a temperatura, limpidez da água e sua composição química também podem influenciar toda sorte de plantas e animais e sua maneira de (continuação)viver. Um importante grupo de fatores ambientais abióticos constitui o que se chama de tempo. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Meio_ambiente. Acesso em: 18 dez 2007.

¹³ Meio Ambiente Biótico: O meio ambiente biótico inclui alimentos, plantas e animais, e suas relações recíprocas com o meio abiótico. A sobrevivência e o bem-estar do homem dependem

meio ambiente abiótico quanto o biótico atuam um sobre o outro para formar o meio ambiente total de seres vivos e sem vida.

A resolução CONAMA 306 (2002), define assim o conceito de meio ambiente, em seu anexo:

XII. Meio Ambiente é o conjunto de condições, leis, influencia e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

Claramente, na mencionada resolução, meio ambiente tem correlação direta com todas as formas de vida.

A ISO 14001 (2004) propõe a seguinte definição sobre meio ambiente: *“[...] circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora fauna, seres humanos e suas inter-relações”.*

Ainda a mesma fonte, relata que:

grandemente dos alimentos que come, tais como frutas, verduras e carne. Depende igualmente de suas associações com outros seres vivos. Por exemplo, algumas bactérias do sistema digestivo do homem ajudam-no a digerir certos alimentos. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Meio_ambiente. Acesso em: 18 dez 2007.

Uma organização é responsável pelo meio ambiente que a cerca, devendo, portanto, respeitá-lo, agir como não poluente e cumprir as legislações e normas pertinentes.

Respeitar o meio ambiente tem o sentido de cuidar, preservar e recuperar eventuais danos. Somente assim poderemos manter o mundo mais saudável.

E nesse sentido a Constituição Federal (1988) determina que:

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida impondo-se ao Poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações.

Atualmente, um dos maiores problemas referentes à poluição é resultado da grande concentração populacional nos grandes centros urbanos, que geram dia-a-dia milhões de litros de águas residuais (esgotos), despejadas nos rios e ribeirinhos vizinhos às cidades sem qualquer tratamento, provocando dessa forma uma degradação ao meio ambiente em escalas catastróficas.

Emidio (2006, p.127 apud Lima, 2007, p.127) assevera que:

A sociedade como um todo é responsável pela preservação do meio ambiente, então, é preciso agir da melhor maneira possível para não modificá-lo de forma negativa, pois isso terá consequências para a qualidade de vida da atual e das futuras gerações, entendendo que:

“O meio ambiente concebido, inicialmente, como as condições físicas e químicas, juntamente com os ecossistemas do mundo natural, e que constitui o habitat do homem, também é, por outro lado, uma realidade com dimensão do tempo e espaço. Essa realidade pode ser tanto histórica (do ponto de vista do processo de transformação dos aspectos estruturais e naturais desse meio pelo próprio homem, por causa de suas atividades) como social (na medida em que o homem vive e se organiza em sociedade, produzindo bens e serviços destinados a atender as necessidades e sobrevivência de sua espécie).

Para Philippi Jr. *et al.* (1999), a crise ambiental está mais presente nas grandes cidades, onde o fator poluição é sempre presente nas águas, fator este que resulta da incapacidade de solucionar os problemas advindos do uso e ocupação dos solos, e da falta de infra-estrutura urbana de saneamento.

A grande preocupação concentra-se nos grandes centros. Tudo isso torna-se evidente se analisarmos que nesses grandes centros a quantidade de resíduos gerados é exponencialmente maior do que nos pequenos.

Matsumoto e Racanicchi (2002, p.1) opinam que:

Pelo aspecto ambiental, a implantação de um sistema de abastecimento de água em uma comunidade deve ocorrer após a implantação da rede coletora de esgoto com sistema de tratamento, pois esta bem feitoria estimula o aumento da produção de esgotos, quando não tratados adequadamente, os mesmos serão despejados nos corpos receptores próximos aos núcleos urbanos, colocando em risco a saúde e o bem estar dos ribeirinhos. A produção de efluentes, ou esgotos, normalmente estimulada pelo abastecimento de água, pode ser conduzida a seus destinos finais por projetos de redes de

esgotamento sanitário e Estações de Tratamento antes do lançamento a um corpo receptor natural.

Na atualidade, não se pode mais postergar a implantação de um sistema de tratamento de esgotos, pois, a carência desse serviço há muito incomoda todos.

Ferreira (2000) aponta uma outra importante vertente para tentar reverter o atual quadro problemático em relação ao meio ambiente, embasada na “nossa condição cultural”. Essa cultura que privilegia o consumismo desenfreado deverá ser revista e repensada de forma a adotar práticas de utilização do necessário e não do supérfluo. Hoje, consideramos a água e sua destinação como abundantes e de fácil manejo, sem risco de extinção, o que não é verdade.

Para Sachs (2000 apud Ferreira, 2000, p.141), a cultura é mediadora entre a sociedade e a natureza. Cultura, segundo suas palavras, “[...] é um conjunto de valores, dos usos e das instituições, profundamente ligado a postulados éticos”.

De acordo com Featherstone (1997), “existe uma crise cultural”, sendo preciso um “diagnóstico do nosso tempo”, pois a globalização não resultou em uma uniformidade cultural e sim nos levou a uma compreensão de novos níveis de diversidades e das muitas facetas culturais.

O crescimento econômico não é mais encarado como solução para a pobreza e os demais problemas que afetam a população. O desenvolvimento passou a envolver questões sociais, culturais, ambientais e político-institucionais de uma forma interligada. (PASSETO, 2003, s.p)

Numa síntese, observa-se que a cultura é fator predominante para resolvermos o problema de saneamento ambiental hoje instalado.

3. TRATAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO – TECNOLOGIAS

Segundo Sperling (1996, p.11):

Na ótica da Engenharia Ambiental, o conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela fórmula molecular H_2O . Isto porque a água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a *qualidade da água*.

Na definição de Braga *et al.* (2005, p.115):

Esgoto é o termo usado para caracterizar os despejos provenientes dos diversos usos da água, como o doméstico, comercial, industrial, agrícola, em estabelecimentos públicos e outros.

Com a utilização da água para os mais diversos fins, há, como inevitável consequência, a geração de esgotos. Se esse esgoto não tiver um tratamento

adequado acabará por poluir as águas superficiais e subterrâneas, solo e o meio ambiente como um todo.

De acordo com ENGE (2007): *“A água no globo terrestre percorre um ciclo, denominado ciclo hidrológico”.*

Sperling (1996) aponta esse ciclo hidrológico em cinco fases: precipitação¹⁴, escoamento superficial¹⁵, infiltração¹⁶, evaporação¹⁷ e transpiração¹⁸.

Existem ciclos internos nos quais permanecendo na sua forma líquida, têm suas características alteradas, conforme esquema que segue:

**ÁGUA BRUTA¹⁹ -> ÁGUA TRATADA²⁰ -> ESGOTO BRUTO²¹ ->
ESGOTO TRATADO²² -> CORPO RECEPTOR²³ -> AUTODEPURAÇÃO²⁴**
(ENGE, 2007).

¹⁴ Compreende toda a água que cai da atmosfera na superfície da Terra.

¹⁵ A precipitação que atinge a superfície da Terra tem dois caminhos por onde seguir: escoar na superfície ou infiltrar o solo

¹⁶ Corresponde à água que atinge o solo, formando lençóis d'água.

¹⁷ Transferência da água superficial de estado líquido para o estado gasoso.

¹⁸ As plantas retiram a água do solo pelas raízes, a água é transferida para as folhas e então evapora.

¹⁹ É a água retirada do rio, lago ou lençol subterrâneo, possuindo determinadas características para o consumo.

²⁰ A água bruta, após captada, sofre modificações durante seu tratamento, para se adequar ao uso previsto, por exemplo: abastecimento público ou industrial.

²¹ É a água usada, isto é, com a utilização da água, ela sofre novas transformações na sua qualidade por nova alteração na qualidade do líquido.

²² Visando a remover os seus principais poluentes, os despejos sofrem um tratamento antes de serem lançados ao corpo receptor, sendo o tratamento responsável por nova alteração na qualidade do líquido.

²³ Os esgotos tratados, ou efluentes do tratamento de esgoto, são lançados no corpo receptor, transformando novamente a qualidade da água, face a diluição e mecanismos de autodepuração.

²⁴ O corpo d'água, ao receber o lançamento dos esgotos, sofre uma deterioração da sua qualidade. No entanto, através de mecanismos puramente naturais, a qualidade do corpo receptor volta a (continuação) melhorar, trazendo um equilíbrio ao meio aquático. No entanto,

Diversos são os motivos para se tratar os esgotos sanitários e pode-se apontá-los como benefícios gerados aos municípios e à população em geral, dentre os quais se destacam: melhorias nas condições sanitárias locais; eliminação de focos de poluição e contaminação; redução das doenças ocasionadas pela água contaminada; redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças; diminuição dos custos no tratamento de água para abastecimento; eliminação de problemas estéticos indesejáveis e conservação dos recursos naturais.

Tratar esgoto significa separar a parte líquida da parte sólida para que cada uma delas possa ser tratada de forma isolada, reduzindo assim ao máximo a carga poluidora. Para o tratamento dos esgotos a escolha é ampla em virtude das diversas alternativas disponíveis.

Essa escolha dependerá de diversos fatores, dentre os quais pode-se destacar: área disponível para implantação da ETE; topografia dos possíveis locais de implantação e das bacias de drenagem e esgotamento sanitário; volumes diários a serem tratados e variações horárias e sazonais da vazão de esgotos; características do corpo receptor de esgotos tratados; disponibilidade e grau de instrução da equipe operacional responsável pelo sistema; disponibilidade e custos operacionais de consumo de energia elétrica; clima e variações de temperatura da região; disponibilidade de locais e/ou sistemas de

este processo pode necessitar de dezenas de quilômetros, dependendo das características do corpo receptor.

reaproveitamento e/ou disposição adequados dos resíduos gerados pela ETE (ENGE, 2007).

3.1 Partes Constituintes

O esgotamento sanitário é constituído por diversas partes e, neste sentido, Braga *et al.* (2005) define: coletores-predial²⁵, de esgoto ou secundário²⁶ e tronco²⁷; interceptores-emissário²⁸, estações elevatórias²⁹, sifões invertidos³⁰, órgãos complementares³¹, ETEs³² e obras de lançamento final³³.

3.2 Classificação dos Métodos de Tratamento

²⁵ Canalização que conduz os esgotos sanitários dos edifícios

²⁶ Canalização de pequeno diâmetro que recebe efluentes dos coletores prediais.

²⁷ Canalização principal, de maior diâmetro, que recebe efluentes de vários coletores de esgotos, conduzindo-os a um interceptor e emissário.

²⁸ Conduto final de um sistema de esgotos sanitários, destinado ao afastamento dos efluentes da rede para o ponto de lançamento (descarga), sem receber contribuições no caminho.

²⁹ Instalações eletromecânicas para elevar os esgotos sanitários, com o objetivo de evitar o aprofundamento excessivo das canalizações, proporcionar a transposição de sub-bacias, a entrada nas estações de tratamento ou a descarga final no corpo de água receptor.

³⁰ Canalizações rebaixadas que funcionam sob pressão, destinadas à travessia de canais, obstáculos, etc.

³¹ Obras e instalações complementares dos sistemas de esgotos sanitários; compreendem poços de visita, tanques fluxíveis, etc. Poços de visita são câmaras de inspeção que possibilitam o acesso de funcionários, bem como a introdução de equipamentos de limpeza. Eles também são utilizados como elementos para a junção de coletores, mudança de declividade, etc.

³² Têm por objetivo reduzir a carga poluidora dos esgotos sanitários antes do seu lançamento no corpo de água receptor.

³³ Destinadas a descarregar de forma conveniente os esgotos sanitários no corpo de água receptor.

Para Sperling (1996, p.172): “Os métodos de tratamento dividem-se em operações e processos unitários, e a integração destes compõem os sistemas de tratamento”.

De acordo com Metcalf & Eddy (1991) pode-se adotar as seguintes classificações: operações físicas unitárias³⁴, processos químicos unitários³⁵ e processos biológicos unitários³⁶.

3.3 Fases do Tratamento

O tratamento dos esgotos sanitários pode ser dividido em fases conforme o grau desejado de remoção dos poluentes. Essas fases são subdivididas em: tratamento preliminar, tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário.

3.3.1 Tratamento preliminar

O pré-tratamento ou tratamento preliminar é utilizado para a separação e remoção dos sólidos mais grosseiros (materiais de maiores dimensões e os sólidos decantáveis como: areia e gordura). Para tanto utiliza-se o processo de gradeamento que pode ser composto por grades grosseiras, grades finas e/ou peneiras rotativas.

³⁴ Métodos de tratamento no qual predomina a aplicação de forças físicas (ex: gradeamento, mistura, floculação, sedimentação, flotação, filtração).

³⁵ Métodos de tratamento nos quais a remoção ou conversão dos contaminantes ocorre pela adição de *produtos químicos* ou devido a *reações químicas* (ex: precipitação, adsorção, desinfecção).

³⁶ Métodos de tratamento nos quais a remoção de contaminantes ocorre por meio de *atividade biológica* (ex: remoção da matéria orgânica carbonácea, desnitrificação).

Os materiais de maiores dimensões são retirados e destinados para o aterro sanitário ou lixão (na maioria das cidades): o desarenamento segue para as caixas de areia e o desengorduramento nas chamadas caixas de gordura.

Essa fase prepara o esgoto sanitário para as etapas subseqüentes, podendo ser sujeito a um pré-arejamento e a uma equalização tanto de caudais³⁷ como de cargas poluentes.

3.3.2 Tratamento primário

No início dessa fase o esgoto apresenta um aspecto, ligeiramente, mais razoável, contudo suas características poluidoras continuam inalteradas. O tratamento propriamente dito inicia-se agora, onde a matéria poluente é separada da água por sedimentação nos sedimentadores primários.

Esse processo que envolve ação física pode na maioria das vezes, ser ajudado pela adição de componentes químicos que através de uma coagulação³⁸/floculação³⁹ possibilita a obtenção de flocos de matéria poluente de dimensões maiores, passíveis de decantação⁴⁰.

³⁷ Caudais: volumes de água que passam numa dada secção durante um período de tempo determinado. Disponível em: <http://www.corsan.com.br/>. Acesso em: 18 dez 2007.

³⁸ Coagulação: substâncias coagulantes são adicionadas na água com a finalidade de reduzir as forças eletrostáticas de repulsão, que mantêm separadas as partículas em suspensão, as coloidais e parcela das dissolvidas. Desta forma, eliminando-se ou reduzindo-se a "barreira de energia" que impede a aproximação entre as diversas partículas presentes, criam-se condições para que haja aglutinação das mesmas, facilitando sua posterior remoção por sedimentação e/ou filtração. Os coagulantes mais utilizados são o sulfato de alumínio e o cloreto férrico, sais que, em solução, liberam espécies químicas de alumínio ou ferro com alta densidade de cargas elétricas, de sinal contrário às manifestadas pelas partículas presentes na água bruta,

Segundo Borsoi *et al.* (1997) nessa fase:

[...] os esgotos fluem vagarosamente pelos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão de maior densidade sedimentem gradualmente no fundo, formando o lodo primário bruto. Os materiais flutuantes como graxas e óleos, de menor densidade, são removidos na superfície.

3.3.3 Tratamento secundário

Essa fase caracteriza-se pela etapa onde há a remoção biológica dos poluentes, mediante processos biológicos, utilizando reações bioquímicas, através de microorganismos – bactérias aeróbias, facultativas, protozoários e fungos.

No processo aeróbio, os microorganismos presentes nos esgotos se alimentam da matéria orgânica ali presente, convertendo-a em gás carbônico, água e material celular. Essa decomposição biológica do material orgânico requer a presença de oxigênio e outras condições ambientais adequadas como temperatura, pH , tempo de contato etc.

eliminando, assim, as forças de repulsão eletrostática originalmente presentes na água bruta. Disponível em: <http://www.corsan.com.br/>. Acesso em: 18 dez 2007.

³⁹ Floculação: é o processo onde a água recebe uma substância química chamada de sulfato de alumínio. Este produto faz com que as impurezas se aglutinem formando flocos para serem facilmente removidos. Disponível em: <http://www.corsan.com.br/>. Acesso em: 18 dez 2007.

⁴⁰ Decantação: na decantação, como os flocos de sujeira são mais pesados do que a água caem e se depositam no fundo do decantador. Disponível em: <http://www.corsan.com.br/>. Acesso em: 18 dez 2007.

Basicamente, são reproduzidos os fenômenos naturais de estabilização da matéria orgânica que ocorrem no corpo receptor, sendo que a diferença está na maior velocidade do processo, na necessidade de utilização de uma área menor e na evolução do tratamento em condições controladas (BORSOI *et al.*, 1997).

3.3.4 Tratamento terciário

O tratamento terciário tem como característica principal a desinfecção das águas residuais, já tratadas, para a eliminação dos organismos patogênicos, como também, a remoção de determinados nutrientes, como o azoto e o fósforo, que podem elevar a eutrofização⁴¹ das águas receptoras.

⁴¹ Em ecologia, chama-se eutrofização ou eutroficação ao fenômeno causado pelo excesso de nutrientes (compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio, normalmente causado pela descarga de efluentes agrícolas, urbanos ou industriais) num corpo de água mais ou menos fechado, o que leva à proliferação excessiva de algas, que, ao entrarem em decomposição, levam ao aumento do número de microorganismos e à conseqüente deterioração da qualidade do corpo de água (rios, lagos, baías, estuários, etc). O termo vem do grego "eu", que significa *bom, verdadeiro* e "trophein", *nutrir*. Assim, eutrófico significa "*bem nutrido*". As principais fontes de eutrofização são as atividades humanas industriais, domésticas e agrícolas – por exemplo, os fertilizantes usados nas plantações podem escoar superficialmente ou dissolver-se e infiltrarem-se nas águas subterrâneas e serem arrastados até aos corpos de água mencionados. Ao aumento rápido de algas relacionado com a acumulação de nutrientes derivados do azoto (nitratos), do fósforo (fosfatos), do enxofre (sulfatos), mas também de potássio, cálcio e magnésio, dá-se o nome de "florescimento" ou "*bloom*" – dando uma coloração azul-esverdeada, vermelha ou acastanhada à água, consoante as espécies de algas favorecidas pela situação. Estas substâncias são os principais nutrientes do fitoplâncton (as "algas" microscópicas que vivem na água), que se pode reproduzir em grandes quantidades, tornando a água esverdeada ou acastanhada. Quando estas algas - e o zooplâncton que delas se alimenta - começam a morrer, a sua decomposição pode tornar aquela massa de água pobre em oxigênio, provocando a morte de peixes e outros animais e a formação de gases tóxicos ou de cheiro desagradável. Além disso, algumas espécies de algas produzem toxinas que contaminam as fontes de água potável. Em suma, muitos efeitos ecológicos podem surgir da eutroficação, mas os três principais impactos ecológicos são: perda de biodiversidade, alterações na composição das espécies (invasão de outras espécies) e efeitos tóxicos. Quando esta situação ocorre, a eliminação das causas da poluição pode levar o ecossistema de novo a uma situação saudável mas, se for um sistema fechado onde antes havia espécies que desapareceram por causa deste problema, será necessária a reintrodução dessas espécies para tornar o sistema semelhante ao que era antes. Estes problemas ocorreram em muitos rios da Europa e ainda não estão totalmente sanados. Certos sistemas aquícolas promovem a eutrofização dos seus tanques para mais facilmente cultivarem espécies que se alimentam do fitoplâncton. Esta prática deve ser extremamente bem controlada – e os resíduos ou efluentes da instalação tratados de modo a evitar a poluição do ambiente em redor. Ambientes eutróficos podem estar também relacionados a processos naturais sem intervenção antrópica, como ambientes pantanosos, por exemplo. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Eutrofizacao>. Acesso em: 18 dez 2007.

Segundo Borsoi *et al.* (1997):

[...] grande parte dos microorganismos patogênicos foi eliminada nas etapas anteriores, mas não a sua totalidade. A desinfecção total pode ser feita pelo processo natural - lagoa de maturação, por exemplo - ou artificial - via cloração, ozonização ou radiação ultravioleta.

3.4 Tecnologias existentes

Borsoi *et al.* (1997) definem:

As tecnologias de tratamento de efluentes nada mais são que o aperfeiçoamento do processo de depuração da natureza, buscando reduzir seu tempo de duração e aumentar sua capacidade de absorção, com consumo mínimo de recursos em instalações e operação e o melhor resultado em termos de qualidade do efluente lançado, sem deixar de considerar a dimensão da população a ser atendida.

Segundo Sperling (1996, p.211):

A decisão quanto ao processo a ser adotado para o tratamento das fases líquida e sólida deve ser derivada fundamentalmente de um balanceamento entre critérios técnicos e econômicos, com a apreciação dos méritos quantitativos e qualitativos de cada alternativa.

3.4.1 Disposição no solo

Essa tecnologia requer grandes áreas nas quais os esgotos são aplicados por aspersão, vala ou alagamento, sofrendo evaporação e/ou sendo absorvidos pela vegetação existente. O efluente, em sua maioria, infiltra no

solo sendo que o restante sai como esgoto tratado na extremidade oposta do terreno.

Seu custo de implantação e operação é baixo, não apresentando geração de lodo, contudo possui alto grau de poluição, gerando maus odores, insetos e vermes, como também contaminação do solo, do lençol freático e do pessoal responsável pela operacionalização.

3.4.2 Lagoas de estabilização sem aeração

As lagoas de estabilização sem aeração são tecnologia simples, contudo para sua operação exige-se uma grande extensão de terra para a instalação da lagoa.

Os esgotos, nessa técnica, sofrem o processo aeróbio de depuração devido à existência de plantas verdes que oxigenam a água. Sua instalação pode ser reduzida devendo ser, para tanto, instaladas lagoas menores para processar a depuração anaeróbia. Sua eficiência pode ser medida pelo percentual de remoção de DBO⁴² que varia entre 70 a 90% e de coliformes que é de 90 a 99%.

Seus custos, tanto de implantação como de operação são reduzidos, tendo uma razoável resistência a variações de carga. O lodo acumulado pelo tratamento geralmente é removido após 20 anos de uso.

⁴² Demanda bioquímica de oxigênio é o consumo de oxigênio através de reações biológicas e químicas por organismos vivos que consomem material orgânico dos efluentes, que pode ser entendida também como a quantidade de oxigênio dissolvida na água e utilizada pelos microorganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica.

A variação das condições atmosféricas (temperatura e insolação), os maus odores e os insetos são características negativas desta técnica.

3.4.3 Sistemas anaeróbios simplificados

Este sistema é composto por filtro anaeróbio e reator anaeróbio de manta de lodo. O filtro nada mais é do que um tanque submerso no qual às águas residuais já decantadas em uma fossa séptica tem seu fluxo de baixo para cima. Bactérias aderidas a um suporte de pedras estabilizam o processo. O reator anaeróbio, que não necessita de decantação prévia, tem a função de estabilizar a matéria orgânica fazendo uso de bactérias dispersas em um tanque fechado - o esgoto flui de baixo para cima e na zona superior há coleta de gás. Sua eficiência na remoção de DBO e de patogênicos varia entre 60-90%, nos dois sistemas.

Diferente do sistema anterior não necessita de extensa área para sua instalação e têm custos (implantação e operação) reduzidos. É muito pequena a produção de lodo e pode causar odores fétidos.

Dentro dessa categoria há o biodigestor, que é um reator com mecanismo biológico para estabilização da matéria orgânica (via bactérias anaeróbias), e outro físico para decantação das partículas. No seu fluxo o efluente circula em sentido vertical, de baixo para cima. Tem como vantagens: facilidade de operação, rapidez na instalação e baixo custo de

implantação/operação; como desvantagem está a baixa remoção de DBO, entre 60 e 70%.

3.4.4 Lagoas anaeróbias

Nesse sistema as lagoas são mais profundas - até 4,5m – de baixa extensão de área superficial. As bactérias anaeróbias decompõem a matéria orgânica transformando-se em gases. Nesse processo a produção de lodo é baixa.

Recomenda-se esta técnica para o tratamento de efluentes com altíssimo teor orgânico (matadouros), não se aplicando aos esgotos domésticos cujo DBO é inferior.

3.4.5 Lagoas de estabilização aeradas

Sistema mecanizado e aeróbio, onde o oxigênio fornecido advém de equipamentos mecânicos - os aeradores - ou por ar comprimido através de um difusor submerso.

A DBO é removida em função do período de aeração, da temperatura e da natureza do esgoto, devendo ser controlado o despejo de efluente industrial para não prejudicar sua eficiência.

Há sedimentação dos esgotos e das bactérias, indo tudo para o lodo do fundo, ou ainda, podem ser removidos para uma lagoa de sedimentação secundária.

Neste processo a eficiência na remoção de DBO é de 70 a 90% e na eliminação de patogênicos de 60 a 99%. Em relação aos sistemas naturais não requerem grandes áreas, mas em relação aos sistemas mecanizados exigem uma área maior.

O consumo de energia é razoavelmente elevado, sendo necessária a remoção do lodo da lagoa de decantação em períodos entre 2 a 5 anos.

3.4.6 Ar difuso

Sistema mecanizado e aeróbio, onde o processo de aeração é realizado pelo bombeamento de ar comprimido (através de rede de distribuição) até os difusores no fundo do tanque de aeração.

Este tanque pode ser construído em diversos formatos, permitindo grandes profundidades, como é o caso do poço profundo⁴³ que requer pouca área para sua instalação.

A rede de distribuição pode ser fixa ou móvel e superficial ou submersa. O sistema de difusão de ar comprimido pode ser de bolhas finas, médias ou

⁴³ *Deep shaft.*

grandes, quanto menor a bolha maior a sua eficiência na transferência de oxigênio e maiores, também, os problemas de manutenção.

A eficiência na remoção de DBO e na eliminação de patogênicos assemelha-se a da lagoa de estabilização aerada.

3.4.7 Lodos ativados

Um dos mais utilizados, esse sistema é mecanizado e aeróbio. A remoção da matéria orgânica poluente é feita pelas bactérias que se desenvolvem no tanque de aeração, formando uma biomassa que será sedimentada no decantador.

Para aumentar a eficiência do sistema, o lodo do decantador secundário é retornado por bombeamento ao tanque de aeração. Fornece oxigênio através de aeradores mecânicos superficiais ou por tubulações de ar no fundo do tanque. O seu funcionamento pode ser contínuo ou intermitente, produzindo menos odores fétidos, vermes ou vetores.

Sua utilização baseia-se no grande percentual de eliminação do DBO - 85 a 98% - e da patogenicidade - de 60 a 90%. Requer área reduzida, mas existe a necessidade de diversos equipamentos (aeradores, elevatórias de recirculação, raspadores de lodo, misturador de digestor, etc.).

Tem alto custo de implantação devido ao grau de mecanização, como também tem alto custo operacional devido ao grande consumo de energia para movimentação dos equipamentos. Neste sistema há a necessidade de tratamento para o lodo gerado, bem como sua disposição final.

3.4.8 Filtros biológicos

A matéria orgânica é estabilizada por bactérias que se desenvolvem junto a um suporte de pedras ou materiais sintéticos. O esgoto é aplicado na superfície através de distribuidores rotativos, percola⁴⁴ pelo tanque e sai pelo fundo.

A elevada eficiência na remoção de DBO, entre 80 e 93%, está relacionada com a retenção da matéria orgânica e das bactérias do suporte. A eliminação de patogênicos fica entre 60 - 90%.

Para sua instalação não há a necessidade de área extensa e sua mecanização exige equipamentos relativamente simples (distribuidor rotativo, raspadores de lodo, elevatória para recirculação, misturador para digestor, etc.).

⁴⁴ Operação de passar um líquido através de um meio para filtrá-lo ou para extrair substâncias desse meio.

Entre as desvantagens está a dificuldade na operação de limpeza e a possibilidade de proliferação de insetos, elevando seu custo de implantação e manutenção com o tratamento do lodo gerado e sua disposição final.

3.4.9 Biofiltro aerado submerso

É um sistema mecanizado e aeróbio. É compreendido por um reator biológico de culturas bacterianas que são fixadas em camadas de suportes instaladas na parte média. O esgoto entra pela base do reator, através de um duto e a aeração é suprida por tubulação na base.

O material no suporte filtra o líquido que passa para o nível superior do reator já tratado. Para a remoção de material orgânico utiliza-se o mesmo processo encontrado nos lodos ativados e nos filtros biológicos.

Como vantagens vale citar a reduzida necessidade de área para instalação e a possibilidade de serem enterrados no subsolo.

3.4.10 Tratamento com oxigênio puro

Sistema mecanizado onde o processo aeróbio faz uso de oxigênio puro no lugar do ar atmosférico. Os principais componentes são: o gerador de oxigênio, um tanque de oxigenação compartimentado e com cobertura, um decantador secundário e bombas para recirculação dos lodos ativados.

Comparado aos sistemas aerados convencionais, apresenta alta eficiência em virtude da grande eliminação de DBO – entre 90 e 95%, do tempo reduzido para sua realização e da suportabilidade de grandes cargas de matéria orgânica.

Outros aspectos positivos são a possibilidade de controle total da emissão de maus odores e a produção reduzida de lodo. Sua instalação não demanda grande área e seus equipamentos são de pequeno porte.

Pela utilização de oxigênio puro, o consumo de energia equivale a 30% da energia necessária no processo de aeração com o ar atmosférico. No Brasil, esse sistema devido ao seu alto custo, tem sido utilizado principalmente no tratamento de efluentes industriais.

3.4.11 Tratamento com biotecnologia

Essa tecnologia é anaeróbia e não precisa ser mecanizada. Tem como base o aumento da eficiência do processo natural, adicionando-se bactérias selecionadas e concentradas.

As bactérias utilizadas estão relacionadas com o material predominante no efluente (com maior capacidade para decomposição). O processo consiste na inoculação contínua das bactérias no fluxo do esgoto, o qual deverá permanecer retido durante alguns dias.

Os tanques ou lagoas para tratamento não têm limite de profundidade, bem como, não precisam ter um formato especial. Neste processo há redução na geração de lodos, tendo como aspecto importante a considerar: a segurança⁴⁵.

O tratamento pode ser aplicado diretamente em fossa séptica e, neste caso, o problema maior é o controle sobre a efetivação do tratamento, pois a fossa séptica é uma solução individual.

Todas as tecnologias acima descritas tiveram como base de referência o trabalho desenvolvido por *Borsoi et al.* (1997) intitulado: "Tratamento de Esgoto: Tecnologias Acessíveis".

Dentre os sistemas apresentados, há a tendência de se optar por tecnologias com baixo investimento inicial na instalação da ETE, como também naquelas com reduzidos custos operacionais. Um dos elementos pela escolha de tecnologias mais racionais está na escassez da energia elétrica verificada em diversas partes do mundo.

As estações compactas e simplificadas têm sido a solução para a implantação de ETE a baixos custos. Em áreas onde existe a escassez de água, os sistemas construídos visam à reutilização da água, principalmente na agricultura e nas indústrias que não requeiram a utilização de água potável.

⁴⁵ O composto de bactérias não pode provocar qualquer dano à vida vegetal ou animal.

Uma preocupação final é a geração do lodo e sua possível utilização como adubo orgânico.

4. PERFIL DO MUNICÍPIO DE LENÇÓIS PAULISTA/SP

Neste capítulo será descrito o perfil da cidade objeto do estudo. Abordará uma breve história do município, dados demográficos, localização, economia e dados técnicos sobre o esgotamento sanitário.

As informações apresentadas foram obtidas no *site* da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2003).

4.1 Lençóis Paulista / SP

No século XIX, o bandeirante Francisco Alves Pereira, ao subir o curso de um afluente do Tietê e se deparar com um imenso lençol de espuma branca, formado pelas cachoeiras locais, batizou o local com o nome de Lençóis Paulista.

Formou-se, ali, um povoado que, após rápido desenvolvimento, foi elevado, em 28 de abril de 1858, à categoria de freguesia em terras de Botucatu. Em 25 de abril de 1865, tornou-se vila.

O nome foi alterado para Ubirama em 30 de novembro de 1944 e, a partir de 24 de dezembro de 1948, foi adotada a denominação atual (SEADE, 2007).

4.1.1 Perfil Municipal de Lençóis Paulista

- Estado: São Paulo
- Região Administrativa: Bauru
- Região de Governo: Bauru
- Área: 808 km² (2005)
- População: 62.364 habitantes (2007)
- Densidade Demográfica: 74,67 hab/km² (2005)
- Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População: 1,83% a.a (2000/2007)
- Grau de Urbanização: 96,26% (2007)
- Taxa de Natalidade: 13,63 por mil habitantes (2006)
- Taxa de Mortalidade Infantil: 8,37 por mil nascidos vivos (2006)
- Taxa de Mortalidade na Infância: 11,96 por mil nascidos vivos (2006)
- Leitos SUS: 2,31 coeficiente por mil habitantes (2003)
- Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS): Grupo 1 – Municípios com elevado nível de riqueza e bons níveis nos indicadores sociais. (2004)
- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM): 0,813 (2000)
- Renda per Capita: 2,31 em salários mínimos (2000)
- Rendimento Médio no Total de Vínculos Empregatícios: R\$ 1.001,76 (2005)

- PIB per Capita: R\$ 18.889,02 (2005)
- Participação no PIB do Estado: 0,159602% (2005)
- Coleta de lixo – Nível de Atendimento: 99,71% (2000)
- Abastecimento de Água – Nível de Atendimento: 99,61% (2000)
- Esgoto Sanitário – Nível de Atendimento: 98,73% (2000)
- Esgoto Sanitário Tratado – Nível de Atendimento: 0,00% (2003)

5. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

5.1 Lençóis Paulista/SP⁴⁶

Na cidade de Lençóis Paulista o processo da construção da Estação de Tratamento de Esgotos teve início em 2003, mais especificamente em 4 de julho de 2003, quando foi sancionada a Lei Municipal nº. 3282 que criou o Fundo Municipal para a Construção e Manutenção do Sistema de Tratamento de Esgoto Urbano de Lençóis Paulista (FUNDETE).

Esse fundo tem como atribuições principais: a captação e aplicação de recursos financeiros para a implantação e manutenção do sistema de tratamento de esgoto urbano no Município de Lençóis Paulista.

⁴⁶ Dados extraídos do site: <http://www.lencoispaalista.sp.gov.br/pmlp/noticias/2005/m051201EmissarioEsgotos.html>. Acesso em: 10 mar 2006.

Os recursos captados têm os seguintes objetivos: implantação da rede coletora de esgoto urbano na bacia hidrográfica formada pelos rios Lençóis, Prata e Corvo Branco, onde se situa a cidade de Lençóis Paulista e pelo ribeirão Cachoeirinha; manutenção da rede coletora de esgoto urbano na bacia hidrográfica citada no inciso I; elaboração de estudos, sondagens, e projetos técnicos para implantação e operacionalização da ETE da cidade de Lençóis Paulista e Vila de Alfredo Guedes; desapropriação de áreas para implantação das ETEs; contratação de serviços de terraplenagem, movimentação de terra, escavação e compactação de solo e outros inerentes à confecção de lagoas de decantação, necessárias à implantação das ETEs; contratação de serviços especializados na área hidráulica, elétrica, mecânica, de engenharia e outras necessárias ao pleno funcionamento das ETEs; aquisição de equipamentos para funcionamento e manutenção das ETEs; aquisição de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs); aquisição de produtos químicos e/ou biológicos, necessários ao funcionamento das ETEs; outras despesas não previstas nos itens precedentes, mas que se mostrem necessárias, no curso da implantação das ETEs, a fim de assegurar o pleno funcionamento das mesmas.

Em 18 de julho de 2003, a Prefeitura Municipal e o Serviço de Água e Esgoto de Lençóis Paulista (SAELP)⁴⁷ assinaram um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) com a Promotoria de Justiça de Lençóis Paulista⁴⁸, objetivando dar início à operação de todo o Sistema de Coleta, Afastamento, Tratamento e

⁴⁷ Órgão responsável pela administração da ETE.

⁴⁸ Conforme consta do item 4.5 do termo de autuação do processo nº 001175/2003 da Segunda Vara Cível de Lençóis Paulista.

Disposição Final dos Efluentes Líquidos Domiciliares no prazo máximo de 2 (dois) anos, contados a partir da data de emissão da Licença de Instalação.

5.1.1 O Projeto da ETE de Lençóis Paulista/SP

O projeto visa a implantar o Sistema de Tratamento de Esgotos através do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) que vem, nos últimos seis anos, dando prioridade a construção de interceptores dentro da malha urbana, visando a coletar e afastar o esgoto sanitário doméstico, recuperando trechos de mananciais dentro da área urbana.

Os esgotos, atualmente, são coletados em todos os domicílios do município por meio de redes coletoras e despejados, *in natura*, no Rio Lençóis e seus afluentes⁴⁹. Uma das metas do projeto consiste em solucionar os problemas de afastamento desses esgotos por meio de interceptores já implantados às margens do Rio Lençóis e seus afluentes, que foram instalados a aproximadamente 15.000 metros, possibilitando assim lançar no Rio Lençóis fora da cidade.

O afastamento do esgoto coletado, hoje despejado *in natura* no Rio Lençóis e no Córrego Cachoeirinha, será realizado através de um emissário⁵⁰ e interceptor de esgoto sanitário implantados paralelamente àquele manancial do

⁴⁹ Córrego da Prata e Córrego Corvo Branco.

⁵⁰ 1.700 metros até a Estação Elevatória de Esgoto.

ponto de saída da malha urbana até o local onde será construída a Estação Elevatória de Esgoto (EEE) que recalcará as águas residuárias para tratamento.

O projeto tem como meta fundamental despoluir o Rio Lençóis que serve a cidade como “esgoto a céu aberto”, preservando assim o meio ambiente.

Para o projeto da ETE de Lençóis Paulista foi adotado o Sistema de Tratamento por Lagoas de Estabilização, modelo Australiano, processo este já implantado em vários municípios brasileiros.

Esse sistema de tratamento das águas residuárias domésticas⁵¹ foi adotado por não necessitar de equipamentos e energia elétrica, custo inicial baixo, despesas com operação e manutenção baixa, alta eficiência no tratamento, possibilidade de receber sobrecarga sem afetar sua eficiência operacional, como também a remoção do lodo necessária apenas após 20 anos de operação. O sistema ainda prevê a construção de Lagoa Facultativa que apresenta uma configuração de operação em série.

Os sólidos grosseiros em suspensão e o material inerte⁵², presente no esgoto doméstico, serão separados pelo método de gradeamento e desarenação antes da EEE.

⁵¹ Lagoas de estabilização.

⁵² Areia.

A remoção de DBO em um sistema no modelo australiano proporciona uma substancial economia de área, sendo que o conjunto lagoa anaeróbia e lagoa facultativa necessitam de 2/3 (dois terços) da área requisitada em uma lagoa facultativa única.

Para o pré-tratamento será construída uma unidade em um ponto antes da EEE, tendo como finalidade a retenção de todo e qualquer elemento estranho ao esgoto doméstico, entre os quais vale citar: areia, animais mortos, objetos plásticos e de madeira, etc. O processo de pré-tratamento será composto por: duas grades em série sendo uma grossa⁵³ e outra fina; um desarenador com dois canais em paralelo para uso alternado quando da limpeza; um medidor de vazão tipo Calha *Parshall*; um canal de direcionamento ou restituição. Os resíduos sólidos retirados do esgoto serão colocados para secagem em leito da ETE e depois enviados ao aterro municipal.

O mecanismo de funcionamento da lagoa anaeróbia é simples: depois do esgoto doméstico passar pela EEE ele é recalcado para uma caixa de distribuição que servirá para distribuir o afluente doméstico em uma extremidade da lagoa em três pontos, existindo na outra extremidade mais três pontos de saída. A estabilização desenvolve-se em duas etapas: na primeira surge a liquefação e formação de ácidos⁵⁴ sem remoção de DBO, existindo apenas a conversão de matéria orgânica a outras formas (ácidos) e numa segunda etapa, existe a formação de metano em que a DBO é removida, com

⁵³ Maior espaçamento entre as barras.

⁵⁴ Através das bactérias acidogênicas.

a matéria orgânica sendo convertida a metano, gás carbônico e principalmente água. O carbono é removido do meio líquido pelo fato do metano escapar para a atmosfera.

Após a saída das águas residuárias da lagoa anaeróbia, elas passam pela lagoa facultativa através de pontos, e nela o processo de purificação da água ocorre em três zonas da lagoa: zona anaeróbia⁵⁵, zona aeróbia⁵⁶ e zona facultativa. O percurso das águas residuárias demora vários dias e dentro desse período temporal uma série de mecanismos contribui para a purificação do esgoto.

Para melhor medir as vazões: entrada e saída, o projeto prevê a construção de dois medidores de vazão tipo Calha *Parshall*, um antes da entrada da lagoa anaeróbia e outro na saída da lagoa facultativa.

Esse sistema proposto das lagoas de estabilização prevê a eficiência de aproximadamente 92% em termos de remoção da carga orgânica afluenta e de 99,999% na remoção de coliformes fecais. Sendo que o principal uso da água⁵⁷, a jusante⁵⁸, do ponto de lançamento é para animais, não havendo captação para o abastecimento da população.

⁵⁵ Fundo.

⁵⁶ Superficial.

⁵⁷ Afluenta tratado.

⁵⁸ Jusante, em hidráulica, é todo ponto referencial ou seção de rio que se situa após este ponto referencial qualquer de um curso de água. Sendo assim, a foz de um rio é o ponto mais a jusante deste rio, assim como a nascente é o seu ponto mais a montante. Este ponto referencial pode ser uma cidade às margens do rio, uma barragem, uma cachoeira, um afluenta, uma ponte, um dique, um polder, uma régua linimétrica, um linímetro, etc. Oriundo do

Para iniciar o estudo do dimensionamento do projeto foi, primeiramente, apurada a demanda demográfica da população, uma vez que todo o estudo tem como escopo o atendimento à população. Para tanto, foram tomados como base os Censo do IBGE referentes aos anos de 1980, 1991 e 2000 e a estimativa populacional para o início de 2004, extraído-se deste estudo uma taxa de crescimento da ordem de 2,5% ao ano, sendo que essa taxa reflete o índice de crescimento nos últimos dez anos, bem como, as possibilidades de expansão dentro do município pela sua localização no mapa do estado. Para o estudo fixou-se, também, um horizonte de 20 anos, ou seja, foi projetado o crescimento até o ano de 2024 a partir de 2004 (tabela 5).

Tabela 5 - Dados da demanda demográfica

Censo 1980	27.484 habitantes
Censo 1991	41.529 habitantes
Censo 2000	52.350 habitantes
População Estimada 2004	57.800 habitantes
Projeção 20 anos – 2024	94.712 habitantes

Fonte: Relatório SAAE de Lençóis Paulista

latim jusum, é um substantivo feminino que também significa: para o lado da foz. Em francês a tradução da palavra é aval em contraposição à palavra montante (montante). Tudo que está abaixo do ponto de referência descendo a correnteza diz-se que se situa a jusante (águas abaixo), enquanto tudo que se situa acima diz-se que se situa a montante do ponto de referência. Por exemplo, no rio Grande, em Minas Gerais, a barragem de Furnas se situa a montante da barragem de Estreito enquanto a Usina de Itaipu, já no rio Paraná, encontra-se a jusante das outras duas barragens. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Jusante>. Acesso em: 25 mar 2008.

Com base na demanda demográfica foram estabelecidos os seguintes parâmetros de dimensionamento do sistema:

- 1- usuários do sistema a ser implantado em 2008: 57.800 habitantes;
- 2- horizonte do projeto: 20 anos, ano de 2024;
- 3- taxa de crescimento anual adotada: 2,5% a.a;
- 4- demanda demográfica em 2024: 94.712 habitantes;
- 5- contribuição para o sistema de esgotamento por habitante: 324,39 litros/hab./dia;
- 6- vazão de infiltração: $q = 0,05$ litros/s por km de rede;
- 7- índice de retorno adotado, contribuição esgoto / água: $R=0,80$ (80%);
- 8- carga orgânica individual: 0,054 kgDBO5/hab./dia;
- 9- coeficiente do dia de maior consumo: $K1=1,25$;
- 10- coeficiente da hora de maior consumo: $K2=1,50$;
- 11- concentração DBO no Rio Lençóis⁵⁹: 1mgDBO/litro;
- 12- concentração de coliformes fecais no esgoto: 4×10^7 cf/100ml;
- 13- taxa de aplicação volumétrica: $L_v=0,100$ kgDBO5/m³/dia;
- 14- taxa de aplicação superficial: $L_s=180$ kgDBO/hectare/dia.

Obs: DBO5 é um teste padrão realizado a temperatura constante e período de incubação de 5 dias, para medição da variação do oxigênio disponível antes e depois da incubação.

⁵⁹ Sem lançamento esgoto bruto.

A partir dos parâmetros adotados e da demanda demográfica para o final do período, foram estabelecidas as seguintes quantidades (Q) para as vazões e cargas orgânicas:

Vazões afluentes:

- 1- Q média = 18.750 m³/dia ou 217 litros/s;
- 2- Q máxima = 23.155 m³/dia ou 268 litros/s;
- 3- Q máxima horária = 34.300 m³/dia ou 397 litros/s;
- 4- Q mínima = 11.433 m³/dia ou 133 litros/s.

Carga Orgânica a partir do esgoto ou Carga Afluente:

- 1- Demanda final do plano: ano 2.025 – L = 5.238 KgDBO5/dia;
- 2- Concentração de DBO5 do afluente no Sistema: $S_o = 280$ mgDBO5/litro.

5.1.2 Parâmetros para a execução da obra

Para a execução da obra foram definidos alguns parâmetros a serem considerados, de acordo com cada etapa do processo de tratamento.

5.1.2.1 Pré-Tratamento

5.1.2.1.1 Calha *Parshall*

Para a Calha *Parshall* foram definidos os seguintes parâmetros: Q mínima = 133 litros/s - Q máxima = 397 litros/s, sendo que na entrada da calha *Parshall* deverá ser feito um rebaixo, com altura (Z), para que seja mantida uma velocidade constante na caixa desarenadora – 0,30 m/s, como também para que se evite a deposição de matéria orgânica junto com a areia⁶⁰ ou arraste de areia para as lagoas⁶¹.

5.1.2.1.2 Gradeamento

O gradeamento será constituído de barras retangulares de 9,5 mm x 38 mm, espaçadas a cada 20 mm, com ângulo de 60° com a horizontal, dimensionada de forma a propiciar velocidades não superiores a 0,70 m/s entre as barras, com a grade limpa.

5.1.2.1.3 Desarenador

A caixa de areia deve ser dimensionada com base na velocidade de escoamento (cerca de 0,30 m/s) independente da vazão, com a limitação da taxa de aplicação superficial de 1.300 m³/ m²/dia.

O volume de acúmulo de areia será de 40 litros/1.000m³, com uma frequência de limpeza da caixa de 4 dias.

⁶⁰ Velocidade muito baixa.

⁶¹ Velocidade muito alta.

O nível de escoamento da caixa com a máxima vazão prevista no fim do plano será igual ao nível da Calha *Parshall* com a mesma vazão, subtraindo-se a altura do rebaixo.

5.1.2.2 Sistema de lagoas

5.1.2.2.1 Lagoa anaeróbia⁶²

Taxa de Aplicação Volumétrica: $L_v=0,100 \text{ KgDBO}_5/\text{m}^3/\text{dia}$

Carga Orgânica afluyente: $L=5.238 \text{ KgDBO}_5/\text{m}^3/\text{dia}$

Tempo de detenção: 3,0 dias

Profundidade (na linha d'água): 3,50 metros

Taludes externos e internos: 1:2,5 (vertical : horizontal)

Borda livre: 0,80 metros

Passeio sobre o talude (crista): 5,00 metros

Duas (2) lagoas anaeróbias de 70,00 x 120,00 metros: funcionando em paralelo

Eficiência de remoção de coliformes: 55%

5.1.2.2.2 Lagoa facultativa⁶³

Carga Afluyente: $L = 2.619 \text{ KgDBO}_5 / \text{dia}$

Tempo de detenção: 18 dias

⁶² Tratamento biológico.

⁶³ Tratamento biológico.

Duas (2) Lagoas Facultativas de 120,00 x 650,00 metros: funcionando em paralelo

Eficiência de remoção de coliformes: 99,83%

Eficiência de remoção de coliformes total do sistema: 99,99%

5.1.3 Disposição final dos sólidos originados

5.1.3.1 Pré-tratamento

Os resíduos sólidos originados no pré-tratamento serão dispostos para secagem dentro da área da ETE e depois encaminhados ao aterro municipal.

5.1.3.2 Lodo das lagoas anaeróbias

O lodo acumulado no fundo das Lagoas Anaeróbias, resultado dos sólidos em suspensão do esgoto bruto mais microorganismos sedimentados, após 20 anos de operação atingirá a espessura de 1,16 m, tendo de ser removido do fundo da lagoa para ser secado e posteriormente utilizado como condicionador de solo ou ainda, adubo para a própria área da ETE.

5.1.4 Execução das Obras

5.1.4.1 Projeto

As obras de construção deverão obedecer às plantas que compõem o projeto em todos os seus detalhes.

5.1.4.2 Segurança na Obra

As obras deverão ser executadas por empresa qualificada, que observará a legislação do Ministério do Trabalho (MT) no que se refere às obrigações quanto à segurança, higiene e medicina do trabalho.

5.1.4.3 Terraplanagem

Nos serviços de movimentação de terra deverão ser utilizados materiais provenientes de zonas de empréstimos que possuam as mesmas características do local da obra. Sendo que pelo projeto inicial não haverá necessidade de utilização de material fora do canteiro de obras, bota fora ou jazida externa.

5.1.4.4 Obras civis e complementares

Cercas de arame farpado e portões de acesso

Cinta de concreto

Plantio de grama

Canaleta de drenagem

Nivelamento final no fundo das lagoas

Dispositivo de entrada de esgoto bruto no sistema

Dispositivo de saída de esgoto já tratado

Interligação entre lagoas

Conjunto de Gradeamento / Desarenador / Calha Parshall

Caixas de Distribuição

5.1.5 Manutenção e Operação

A manutenção e operação resumem-se em conservar a ETE livre de vegetação, a fim de se evitar a proliferação de insetos.

Deve-se ter proteção contra a erosão, permanentemente, além do combate ao desenvolvimento das plantas aquáticas.

As vias de acesso deverão ter boa conservação, como também as cercas que impedem a invasão de animais à ETE.

Antes da entrada em funcionamento, as lagoas do sistema de tratamento de esgoto devem ser enchidas de água⁶⁴ para que, introduzido o esgoto, o sistema entre em equilíbrio.

⁶⁴ Do próprio Rio Lençóis.

É recomendado que no início e na metade do ano, sejam colhidas amostras na entrada e saída das lagoas, a fim de que os resultados sejam analisados e comparados com os dados existentes e que foram definidos no dimensionamento do projeto inicial.

6. MÉTODOS PARA ANÁLISE

Para se analisar uma ou mais propostas de investimentos, temos que fazer uso de indicadores que demonstrem a viabilidade econômico/financeira desses projetos. O presente capítulo tem como objetivo, apontar os principais indicadores utilizados.

Conforme descreve Damoradan (1999, p.1):

Todo ativo, seja financeiro ou real, tem valor. A chave para investir nesses ativos e gerenciá-los com sucesso não reside na compreensão do montante desse valor, mas nas fontes do valor. Qualquer ativo pode ser avaliado, mas alguns são mais facilmente avaliados do que outros, e os detalhes da avaliação variam de caso para caso. Assim a avaliação de uma quota de um imóvel exigirá informações diferentes e seguirá um formato diverso da avaliação de uma ação negociada em bolsa. Entretanto, o que é realmente surpreendente não são as diferenças das técnicas de avaliação de ativo para ativo, mas o grau de similaridade nos princípios básicos. Existe, indubitavelmente, incerteza associada à avaliação. Frequentemente esta incerteza decorre do ativo a ser avaliado, embora o modelo de avaliação possa aumentar a incerteza.

Segundo Brigham, Gapenski e Enrhardt (2001, p.422):

A análise de propostas de investimentos de capital não é uma operação sem custos – os benefícios podem ser obtidos, porém a análise tem um custo. Para certos tipos de projetos, uma análise relativamente detalhada pode ser necessária; para outros devem ser utilizados procedimentos simples.

A opção foi analisar os investimentos sob o prisma financeiro, considerando que a ETE em estudo ainda não está em funcionamento.

6.1 Método Financeiro

Na concepção de Assaf Neto (2005, p.305):

Os métodos quantitativos de análise econômica de investimento podem ser classificados em dois grandes grupos: os que não levam

em conta o valor do dinheiro no tempo e os que consideram essa variação por meio do critério do fluxo de caixa descontado. Em razão do maior rigor conceitual e da importância das decisões de longo prazo, dá-se atenção preferencial para os métodos que compõem o segundo grupo. Em verdade, a avaliação de um ativo é estabelecida pelos benefícios futuros esperados de caixa trazidos a valor presente mediante uma taxa de desconto que reflete o risco de decisão. Exceção é geralmente feita, no entanto, ao método do tempo de retorno do investimento (período de *payback*), o qual, apesar de ser formalmente enquadrado no primeiro grupo, tem grande importância decisória e permite, ainda, seu cálculo em termos de valor atualizado.

Segundo Gitman (1984) a análise do investimento através da taxa média de retorno do capital investido e o período *payback*, são considerados os de cálculos simples. As técnicas mais sofisticadas, que exigem cálculos mais elaborados incluem o valor atual líquido (VAL) ou valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e índice de lucratividade (IL).

Para Brigham, Gapenski e Enrhardt (2001) são seis os métodos-chave para se classificar projetos, ou ainda, para analisar o capital investido em projetos: *payback*, *payback* descontado, valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), taxa interna de retorno modificada (TIRM) e índice de lucratividade (IL).

No entendimento de Samanez (2002, p.254):

O valor de um projeto é baseado em sua capacidade de gerar fluxos de caixa futuros, ou seja, na capacidade de gerar renda econômica. Assim sendo as alternativas de investimento podem ser comparadas somente se as consequências monetárias forem medidas em um ponto comum no tempo e, como as operações de investimento ou financiamento têm como característica um espaçamento dos fluxos

de caixa ao longo do tempo, os critérios de avaliação econômica devem considerar atualização ou desconto dos fluxos. Entre os métodos que descontam fluxos de caixa, dois são os mais conhecidos e utilizados: o do Valor Presente Líquido (VPL) e o da Taxa Interna de Retorno (TIR). Algumas vezes, é necessário termos uma idéia do tempo de recuperação do investimento; nesse caso, o método de *payback* descontado nos auxilia.

Este trabalho é orientado pela teoria de Samanez (2002) e serão utilizados quatro métodos distintos (*Payback* Simples, *Payback* Descontado, VPL e TIR) e análise de risco baseada no VPL Esperado e na Frequência Acumulada, uma vez que esses indicadores dão boa sustentabilidade à análise proposta.

6.1.1 *Payback* Simples

Para Assaf Neto (2005, p.306):

O período de *payback*, de aplicação bastante generalizada na prática, consiste na determinação do tempo necessário para que o dispêndio de capital (valor do investimento) seja recuperado por meio de benefícios incrementais líquidos de caixa (fluxos de caixa) promovidos pelo investimento.

No site da ESALQ (2008, s.p):

Payback Simples ou prazo para recuperação do capital é um indicador voltado à medida do tempo necessário para que um projeto recupere o capital investido.

Ele é aplicável, sem restrições, a projetos convencionais de investimento que apresentem um fluxo de caixa com as seguintes características:

$$F_0 \leq 0 \quad e \quad F_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n,$$

F_i representa o fluxo de caixa no ano i definido por $B_i - C_i$, os fluxos de benefícios e de custos dos projetos. Em projetos onde ocorrem múltiplas mudanças de sinal no fluxo de caixa líquido, a obtenção do *payback* deve ser realizada com cautela, assim como sua interpretação, para que os resultados sejam consistentes. Mesmo sendo um indicador com muitas limitações o *payback* pode ser útil como indicador auxiliar no processo de análise.

Mesmo sendo considerado como um bom indicador na avaliação de investimentos, o período de *payback* tem duas importantes restrições, como aponta Assaf Neto (2005): não leva em conta as magnitudes dos fluxos de caixa e sua distribuição nos períodos que antecedem ao período de *payback*; e

não leva em consideração os fluxos de caixa que ocorrem após o período de *payback*.

O autor ainda assevera que:

O período de *payback* é interpretado com freqüência como um importante indicador de nível de risco (ou, ao contrário, de liquidez) de um projeto de investimento. Quanto maior for esse prazo, evidentemente, maior será o risco envolvido na decisão. Em épocas de maior incerteza da conjuntura econômica ou de restrições à liquidez, o limite-padrão definido pelas empresas em geral reduz-se bastante. No entanto, uma das maiores dificuldades do uso desse método como critério de decisão a longo prazo consiste na definição do limite-padrão da empresa e sua associação com seus objetivos de rentabilidade. O período-padrão de *payback* é de natureza subjetiva, sendo a literatura financeira carente de critérios menos questionáveis para a fixação desse prazo máximo para as empresas e seu relacionamento com o objetivo de maximização da riqueza de seus proprietários.

Para que se possa ter um entendimento melhor sobre o prazo médio de retorno ou *payback*, elaboramos a seguir, simulações de cálculos de *payback* de fluxos de caixa:

A tabela 6 demonstra os fluxos de caixa de dois projetos distintos:

Tabela 6 - Análise dos projetos X e W

Projeto X		Projeto W
-----------	--	-----------

Anos	Fluxo Líquido Caixa	Fluxo de Caixa Acumulado		Anos	Fluxo Líquido Caixa	Fluxo de Caixa Acumulado
0	-1000	-1000		0	-1000	-1000
1	500	-500		1	100	-900
2	400	-100		2	300	-600
3	300	200		3	400	-200
4	100	300		4	600	400

Fonte: Brigham et al (2001)

Com base na fórmula que segue, pode-se apontar o *payback* de cada projeto:

$$\text{Payback} = \text{ano antes da recuperação total} + \left(\frac{\text{custo não recuperado no início do ano}}{\text{fluxo de caixa durante o ano}} \right)$$

O resultados do *payback* dos projetos X e W são:

$$\text{Projeto X} = 2 + \left(\frac{100}{300} \right) \Rightarrow 2,33 \text{ anos}$$

$$\text{Projeto W} = 3 + \left(\frac{200}{600} \right) \Rightarrow 3,33 \text{ anos}$$

Fica claro no exemplo que o projeto X é mais atraente, pois o capital investido retornará em um prazo mais curto.

Segundo Brigham, Gapenski e Enrhardt (2001) na análise de investimento de capital pelo método de *payback* deve-se atentar para o fato dos projetos serem independentes ou mutuamente excludentes, isto é, projetos independentes são projetos cujos fluxos de caixa são isolados um do outro e projetos mutuamente excludentes significa que, se um projeto for levado adiante, o outro deve ser rejeitado.

6.1.2 Payback Descontado (econômico)

O *payback* descontado é uma variação do período de *payback* onde é aplicada uma taxa de desconto⁶⁵ sobre o cálculo do período.

Samanez (2002, p.255) exemplifica da seguinte forma:

Muitas vezes é necessário sabermos o tempo de recuperação do investimento. Ou seja, quantos anos decorrerão até que o valor presente dos fluxos de caixa previstos se iguale ao montante do investimento inicial.

⁶⁵ Custo de oportunidade.

Se I representa o investimento, FC_t o fluxo de caixa no período t e K o custo do capital, o método *payback* descontado basicamente consiste em determinar o valor de t na seguinte operação (SAMANEZ, 2002, p.256):

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1 + K)^t}$$

Segundo o mesmo autor (2002, p.256), esse indicador:

[...] tem maior utilidade na comparação entre várias alternativas de investimento, e não na análise de um só projeto. Utiliza-se o *payback* como um complemento do método do VPL.

No entendimento de Puccini (2004, p.289):

O “Payback” Descontado (PBD) é o tempo necessário para a recuperação do investimento inicial, levando em consideração o custo de oportunidade do capital investido.

De acordo com Brigham, Gapenski e Enrhardt (2001, p.425):

[...] o período de *payback* descontado é semelhante ao período de *payback* comum com a diferença de que os fluxos de caixa esperados são descontados pelo custo do capital do projeto.

Dessa forma, define-se o *payback* descontado como o número de anos necessários para recuperar o capital investido, tendo como base os fluxos líquidos de caixa descontados a uma determinada taxa.

Para melhor demonstração, as tabelas 7 e 8 apresentam exemplo de *payback* descontado a uma taxa de 10% ao ano, sendo que para obtenção do fluxo descontado de cada entrada de caixa é dividido por $(1+k)^t$, onde k representa a taxa de desconto e t representa o número de anos.

Tabela 7 - Análise do projeto X

Projeto X			
Anos	Fluxo Líquido Caixa	Fluxo Líquido Caixa Descontado	Fluxo Acumulado Caixa
0	-1000	-1000	-1000
1	500	455	-545
2	400	331	-214
3	300	225	11
4	100	68	79

Fonte: Brigham, Gapenski e Enrhardt (2001).

Tabela 8 - Análise do projeto W

Projeto W			
Anos	Fluxo Líquido Caixa	Fluxo Líquido Caixa Descontado	Fluxo Acumulado Caixa
0	-1000	-1000	-1000
1	100	91	-909
2	300	248	-661
3	400	301	-360
4	600	410	50

Fonte: Brigham, Gapenski e Enrhardt (2001).

Com base na fórmula seguinte, pode-se apontar o *payback* do projeto:

$$\text{Payback descontado} = \text{ano antes da recuperação total} + \left(\frac{\text{custo não recuperado do início do ano}}{\text{fluxo de caixa descontado durante o ano}} \right)$$

Assim, tem-se o seguinte resultado:

$$\text{Projeto X} = 2 + \left(\frac{214}{225} \right) \Rightarrow 2,95 \text{ anos}$$

$$\text{Projeto W} = 3 + \left(\frac{360}{410} \right) \Rightarrow 3,88 \text{ anos}$$

Brigham, Gapenski e Enhardt (2001) consideram o *payback* como um tipo de cálculo de “ponto de equilíbrio”, no seguinte sentido: caso os fluxos de caixa entrem à taxa esperada até o ano de *payback*, então o projeto se auto-pagará. Contudo, o *payback* comum (simples) não considera o custo de capital, nem o capital próprio e nem o capital de terceiros.

Uma importante restrição quanto ao uso do método do *payback* comum quanto no descontado é o de que eles ignoram os fluxos de caixa que são pagos ou recebidos após o período de *payback*.

6.1.3 Valor Presente Líquido (VPL)

Na definição de Samanez (2002, p.255):

O método do Valor Presente Líquido (VPL) tem como finalidade valorar em termos de valor presente o impacto dos eventos futuros associados a um projeto ou alternativa de investimento, ou seja, mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo da vida útil. Não existindo restrição de capital, argumenta-se que esse critério leva à escolha ótima, pois maximiza o valor da empresa.

A expressão que segue, de acordo com o mesmo autor define o VPL:

$$VPL = -I = \sum_t^n \frac{FCt}{(1+K)^t} \quad \text{se } VPL > 0 \rightarrow \text{projeto economicamente viável}$$

FCt representa o fluxo de caixa no t-ésimo período; I é o investimento inicial; K é o custo do capital e o símbolo $\sum$, *somatório*, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos de caixa descontados no período inicial. A regra decisória a ser seguida ao se aplicar o VPL é: “empreenda o projeto de investimento de capital se o VPL for positivo”.

Puccini (2004, p.123) convencionou que: *“Valor presente, taxa de desconto e equivalência de fluxos de caixa são conceitos absolutamente interligados.”*

Ainda o mesmo autor (2004, p.123) expõe que:

Denomina-se valor presente de um fluxo de caixa o valor monetário (PV) do ponto zero da escala de tempo, que é equivalente à soma de suas parcelas futuras, descontadas para o ponto zero, com uma determinada taxa de juros. A taxa de juros utilizada para descontar as parcelas futuras do fluxo de caixa é denominada taxa de desconto.

Segundo o *site* da ESALQ (2008):

O CTA – Custo Total Atualizado (VPL) pode ser um indicador útil para medir a escala do projeto, ou seja, a ordem de grandeza dos recursos envolvidos no investimento global necessário para a implementação do projeto. Assim como o PBS e PBE, o CTA é um indicador de características auxiliares que permite ao investidor detectar indícios de possíveis restrições orçamentárias que o impediriam de selecionar o projeto.

Tobias (2008a) descreve que:

O valor presente líquido (VPL) é uma função utilizada na análise da viabilidade de um projeto de investimento. Ele é definido como o somatório dos valores presentes dos fluxos estimados de uma aplicação, calculados a partir de uma taxa dada e de seu período de duração. Os fluxos estimados podem ser positivos ou negativos, de acordo com as entradas ou saídas de caixa. A taxa fornecida à função representa o rendimento esperado do projeto. Caso o VPL encontrado no cálculo seja negativo, o retorno do projeto será menor que o investimento inicial, o que sugere que ele seja reprovado. Caso ele seja positivo, o valor obtido no projeto pagará o investimento inicial, o que o torna viável.

Com base nas tabelas 7 e 8 pode-se destacar como exemplo que o VPL é o Fluxo de Caixa Acumulado no 4º ano. Assim temos:

$$\text{Projeto X} - \text{VPL} = 78,82 \approx 79$$

$$\text{Projeto W} - \text{VPL} = 49,18 \approx 50$$

Verifica-se assim, nesta análise, que o projeto X é o mais vantajoso para o investidor, pois proporciona um VPL maior.

6.1.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

De acordo com Assaf Neto (2005, p.309):

O método de taxa interna de retorno (IRR) representa, a taxa de desconto que iguala, em determinado momento (geralmente usa-se a data de início do investimento – momento zero), as entradas e saídas previstas de caixa.

Para Samanez (2002, p.258):

[...] a TIR é a taxa de retorno esperada do projeto de investimento. O método da TIR não tem como finalidade a avaliação da rentabilidade absoluta a um determinado custo de capital (processo de atualização), como a VPL, mas ao contrário, seu objetivo é encontrar uma taxa intrínseca de rendimento.

Matematicamente, a TIR, segundo Lapponi (1997, p.84) é uma taxa hipotética de desconto que anula o VPL, ou seja, é aquele valor que satisfaz a seguinte equação:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+tir)^t}$$

Sendo $TIR^* \geq K \rightarrow$ projeto economicamente viável, onde K é a taxa mínima aceitável

Para Gitman (1984, p.446):

A TIR é definida como a taxa de desconto que leva o valor atual das entradas de caixa a se igualarem ao investimento inicial a um projeto. A TIR em outras palavras, é a taxa de desconto que leva o valor atual das entradas (VAL) de uma oportunidade de investimento a igualar-se a zero.

Como critério de decisão Gitman (1984, p.446) aponta que: “Se a TIR for $\geq$ ao custo de capital, deve aceitar o projeto; caso contrário, ser rejeitado”.

Assim, o descarte de projetos através da TIR pode ser realizado comparando-se seu valor com o do custo de oportunidade do capital. Caso o valor da TIR (positivo) de um projeto seja inferior ao valor do custo de oportunidade do capital, então esse projeto será descartado (ESALQ, 2008).

Assim temos:

Projeto X – TIR = 14,5%

Projeto W – TIR = 11,8%

Como o custo de oportunidade ou taxa de corte tem como base uma taxa de 10%, nesse exemplo os dois projetos são viáveis, considerando que o projeto X deve ser o escolhido por proporcionar o maior retorno.

6.1.5 Análise de Sensibilidade

Análise de sensibilidade pode ser definida como uma técnica que permite de forma controlada conduzir experimentos e investigações com o uso de um modelo de simulação. Esta permite avaliar impactos associados: (a) as alterações dos valores das variáveis de entrada e dos parâmetros do sistema, e (b) das mudanças estruturais em um modelo. Estes impactos são determinados por meio de análises das variáveis de saída (SILVA, 2005).

Para Assaf Neto (2005, p.340):

A análise de sensibilidade é uma metodologia de avaliação do risco que revela quanto o resultado econômico (NPV) de um investimento se modificará diante das alterações em variáveis estimadas dos fluxos de caixa.

Segundo Castro (2007):

A análise de sensibilidade é usada para avaliar qual o grau de confiança dos resultados em situações de decisões incertas ou suposições sobre os dados e resultados usados. Em outras palavras, a análise de sensibilidade é fundamental para investigar a heterogeneidade.

6.1.6 Análise de Risco (Valor Esperado e Freqüência Acumulada)

Segundo Assaf Neto (205, p.342):

A mensuração do risco por meio do comportamento do cenário econômico incorpora a distribuição de probabilidade no estudo da sensibilidade de um projeto, revelando-se bastante útil ao administrador financeiro.

A análise de risco pode ser feita através de duas medidas estatísticas: 1) O Valor Esperado (ou Esperança Matemática), e 2) A Freqüência Acumulada.

Silva (2008) descreve que:

Valor esperado de uma variável aleatória ou de função de variável aleatória corresponde à média ponderada dos valores que esta função assume, usando-se como pesos para ponderação, as probabilidades correspondentes a cada valor.

Para Lapponi (1997, p.164) o caso de uma variável aleatória discreta “X”, pode-se escrever

$$E (X) = \sum_{i=1}^n [x_i p (x_i)]$$

Onde:

$$E(X) = \text{VALOR ESPERADO DO PROJETO} \Leftrightarrow \text{MÉDIA}$$

x_i = Valores numéricos da variável aleatória X

p = probabilidade associada a variável X

$P(x_i)$ = probabilidade de ocorrência do valor x_i

A frequência acumulada, por sua vez, é a medida estatística que associa ao VPL Sensibilizado a probabilidade acumulada até a mesma (ASSAF NETO, 2005).

No entanto são necessárias algumas considerações sobre distribuição de probabilidade, em especial a que será aqui utilizada. Trata-se da distribuição normal de probabilidade. Sua utilização será fundamental na determinação do risco do projeto apresentar um valor presente negativo (VPL negativo), levando em conta os percentuais de crescimento que serão utilizados na análise de sensibilidade.

Sobre a distribuição normal, Bruni (2007, p.142) escreve: “A *distribuição normal é possivelmente a mais empregada e difundida distribuição teórica de probabilidade.*” Consiste de uma distribuição contínua, onde a apresentação da distribuição de frequência $f(x)$ de uma variável quantitativa “ X ” costuma apresentar-se em forma de sino e simétrica em relação à média.

O mesmo autor (2007, p.142) ainda escreve:

Os conceitos associados à distribuição normal são simples. Em torno da média, valor central, registra-se alta concentração de frequência ou probabilidade maior de ocorrência. A medida que nos afastamos

da média, as freqüências são reduzidas. Quanto mais longe da média e dos valores centrais, menores as freqüências de probabilidade.

Assim sendo, a distribuição das freqüências dos valores pode ser representada matematicamente em função da média e do desvio padrão.

Algebricamente, tem-se que função densidade de probabilidade da variável (x) é:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Onde:

X = Variável normalmente distribuída

μ = média

σ = desvio padrão

e = 2,71828

π = 3,14159

Conhecendo-se os dados para uso na fórmula anterior, os mesmos permitem obter a probabilidade de ocorrência de algum intervalo real associadas à variável com distribuição normal. Graficamente, essa probabilidade é igual à área sob a curva, delimitada pelos limites do intervalo.

Em termos práticos o cálculo de probabilidades, pode ser feito através da distribuição normal padronizada Z, definida com média 0 (zero) e variância 1 (um). Os valores de interesse da variável X são transformados para escala z utilizando-se a relação:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Onde:

z = Representa o afastamento em desvios padrões de um valor de uma variável em relação à média.

Com auxílio do modelo normal é possível calcular a probabilidade de sucesso ou insucesso do projeto, com base na probabilidade de se encontrar VPL(E) negativo.

6.2 Método Ambiental

Segundo estudo da Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD, 2008):

A definição de indicadores ambientais tem como objetivo compor um método para a avaliação de desempenho da política pública de meio ambiente. Os Indicadores constituem-se em instrumentos de avaliação, que devem ser adequados às realidades ambiental e socioeconômica da região a ser avaliada.

O presente método foi desenvolvido para a realidade de países em desenvolvimento e aplicado ao Estado de Minas Gerais. O marco referencial para o método desenvolvido contemplou os principais aspectos e impactos ambientais observados em Minas Gerais, que foram analisados segundo o método Pressão/Estado/Resposta, validado por experiências nacionais e internacionais.

Os indicadores identificados foram agregados em seis temas - Ar, Água, Solo, Biodiversidade, Institucional e Socioeconomia - e submetidos a um processo de escolha e priorização por meio do método Delphi, painel de especialistas, levantando opiniões de 150 especialistas e tomadores de decisão na política pública de meio ambiente, em âmbito nacional.

E continua:

Esse processo, além de reduzir a subjetividade implícita ao tema, permitiu a definição e atribuição de pesos aos indicadores, em função das prioridades a eles conferidas, para fundamentar a composição de um índice ambiental, mantendo a agregação segundo os temas previamente definidos.

O modelo foi testado no Estado de Minas Gerais, para o período de 1977 a 2006. Os resultados encontrados no estudo de caso, aqui apresentados, indicam que ele é satisfatório, coerente e de fácil aplicação, permitindo a identificação de pontos críticos decorrentes da implementação da política de meio ambiente.

Verifica-se que os sistemas água e biodiversidade representam mais de 50% do índice, confirmando a sua importância estratégica na implementação da política pública de meio ambiente em Minas Gerais, que detém as maiores reservas de água no Brasil, fora da bacia amazônica. Por outro lado, a priorização da dimensão ambiental, propriamente dita, pode ser observada pela representação dos sistemas Ar, Água, Solo e Biodiversidade, com valores superiores a 80% do índice. O modelo também prioriza os indicadores de qualidade ambiental evidenciando avaliações de

efetividade, e não apenas eficiência e eficácia, para as políticas implementadas.

O desenvolvimento de método de avaliação de política pública consiste em buscar objetivar um julgamento de valor para um conjunto de ações governamentais, visando informar a sociedade e subsidiar os tomadores de decisão. Contudo é importante lembrar que todo método de avaliação é tão somente um instrumento que sinaliza caminhos, em direção a rumos que devem ser estabelecidos com o apoio e inclusão de mecanismos participativos e democráticos.

6.2.1 Descrição dos 5 indicadores selecionados para o tema (água)

6.2.1.1 AG-1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO é definida como a quantidade de oxigênio consumida na oxidação biológica de matéria orgânica presente nas águas, constituindo-se no parâmetro mais utilizado para medir a poluição de origem orgânica.

A matéria orgânica ocorre naturalmente nas águas, em nível reduzido, em razão da decomposição de folhas, fezes e animais mortos de origem silvestre. O aumento da concentração de matéria orgânica nas águas é provocado principalmente por despejos de esgotos domésticos e industriais de natureza orgânica.

O indicador AG-1 é calculado, anualmente, pela porcentagem do número de amostras de DBO em atendimento aos padrões (Resolução CONAMA n° 357/05), em função da classe do trecho do curso de água amostrado, em relação ao número total de amostras, ponderado pelo coeficiente 0,047. Para o período até 2004, a referência foi a Resolução CONAMA n° 20/86.

6.2.1.2 AG-3 Coliformes fecais (termotolerantes)

As bactérias do grupo coliformes são ainda consideradas como principais indicadores de contaminação fecal, tendo grande importância para relacionar qualidade de água com saúde. Este indicador é de grande significado, uma vez que no país, ainda é muito relevante a agenda tradicional de saúde, especialmente no que se refere às doenças de veiculação hídrica, transmitidas pela via feco-oral.

O indicador AG-3 é calculado, anualmente, pela porcentagem do número de amostras de coliformes fecais (termotolerantes) em atendimento aos padrões (Resolução CONAMA n° 357/05), em função da classe do trecho do curso de água amostrado, em relação ao número total de amostras, ponderado pelo coeficiente 0,06. O parâmetro de coliformes fecais pode ser substituído

por *Escherichia coli*⁶⁶, conforme previsto na Resolução CONAMA 357/05 de 18 de março de 2005. Para o período até 2004, a referência foi a Resolução CONAMA nº 20/86.

6.2.1.3 AG-4 Oxigênio dissolvido (OD)

O oxigênio encontrado dissolvido nas águas provém, naturalmente, de processos cinéticos de transferências gasosas e fotossintéticas, sendo fundamental para a sobrevivência das comunidades aquáticas aeróbicas, que necessitam do oxigênio para seus mecanismos de respiração. O teor de oxigênio dissolvido nas águas varia em função da temperatura da água e da pressão atmosférica - diretamente proporcional à pressão e inversamente à temperatura.

O indicador AG-4 é calculado, anualmente, pela porcentagem do número de amostras de oxigênio dissolvido em atendimento aos padrões (Resolução CONAMA nº 357/2005), em função da classe do trecho do curso de água amostrado, em relação ao número total de amostras, ponderado pelo coeficiente 0,0047. Para o período até 2004, a referência foi a Resolução CONAMA nº 20/86.

6.2.1.4 AG-5 Toxidez alta

⁶⁶ A *Escherichia coli* é uma bactéria bacilar Gram-negativa, que, juntamente com o *Staphylococcus aureus* é a mais comum e uma das mais antigas bactérias simbiotes do Homem. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli. Acesso em: 30 out 2007.

O índice de contaminação por toxidez, considerado no Índice de Qualidade das Águas (IQA) desenvolvido pela agência ambiental norte-americana (EPA) e adaptado pelo CETEC, considera as seguintes substâncias: amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo hexavalente, fenóis, mercúrio, nitritos, nitratos e zinco. A violação do padrão de uma única substância que compõe o índice é o suficiente para se verificar a desconformidade.

A metodologia para a conceituação do nível de toxidez se dá a partir dos seguintes critérios:

Alta toxidez: valores superiores a duas vezes o padrão de referência.

Média toxidez: valores entre 1,5 a 2 vezes o padrão de referência.

Baixa toxidez: valores entre 1,2 a 1,5 vezes o padrão de referência.

Nenhuma: até 1,2 vezes o valor do padrão de referência (Resolução CONAMA 357/05).

O indicador AG-5 é calculado, anualmente, pela porcentagem do número de amostras de índice de contaminação por toxidez alta, em atendimento aos padrões (Resolução CONAMA nº 357/05), em função da classe do trecho do curso de água amostrado, em relação ao número total de amostras, ponderado pelo coeficiente 0,047. Para o período até 2004, a referência foi a Resolução CONAMA nº 20/86.

6.2.1.5 AG-12 Porcentagem de população com esgotos tratados ou dispostos adequadamente

Um dos aspectos mais importantes da poluição das águas, em países em desenvolvimento, está relacionado com o lançamento de esgotos domésticos *in natura* nos corpos de água, sem nenhum tipo de tratamento, representando elevado potencial de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

O indicador AG-12 é calculado, anualmente, pela porcentagem da população urbana com tratamento de esgoto em relação à população urbana total, devendo ser ponderado pelo coeficiente 0,081. O padrão de referência é 100% de população urbana com tratamento.

6.2.2 Índice Água

O Índice Água (IA) é composto pelos indicadores AG-1, AG-3, AG-4, AG-5 e AG-12, ponderados pelos respectivos pesos, sendo calculado, anualmente pela expressão (Resolução CONAMA 305):

$$\text{IÁGUA} = 0,047 (\text{AG-1} + \text{AG-4} + \text{AG-5}) + 0,060 \text{AG-3} + 0,081 \text{AG-12}$$

Sendo que:

AG-1 = % medições com valores < padrão da classe

AG-3 = % medições com valores < padrão da classe

AG-4 = % medições com valores > padrão da classe

AG-5 = % medições com valores < duas vezes os padrões da classe

AG-12 = % de população urbana com esgoto tratado

7. ANÁLISE FINANCEIRA

Neste capítulo apresenta-se a análise financeira relativa ao projeto de implantação da estação de tratamento de esgotos de Lençóis Paulista, SP.

Todos os cálculos estão contemplados nas planilhas apenas no Anexo A.

O modelo financeiro a ser utilizado para a referida análise foi apresentado no capítulo anterior, ou seja, serão utilizados quatro índices financeiros básicos que demonstram: o período de retorno de capital (*payback* simples), o período de retorno descontado (*payback* descontado), a taxa de interna de retorno (TIR) do investimento e o valor presente líquido (VPL) do capital empregado.

A cidade de Lençóis Paulista iniciou seu projeto em 2004, contando neste ano com uma população de 57.800 habitantes, sendo estimada uma população de 94.712 habitantes (taxa de crescimento de 2,5% ao ano) quando a ETE completar 20 anos, ou seja, em 2024.

Para o projeto, em tela, foram aplicadas duas variáveis distintas que têm como finalidade gerar cenários ao longo desses vinte anos, promovendo assim cinco cenários distintos para cada projeto. As variáveis aplicadas são: 1) taxas diferenciadas de crescimento populacional (cinco) e 2) aumento do valor pago por m³ de esgoto tratado, com variações quinquenais, Anexo A, pág. 131.

Definiu-se as taxas de crescimento populacional tomando por base a taxa de 2,50% ao ano, que é a taxa média de crescimento anual da população do município de Lençóis Paulista nos últimos 25 anos, sendo as demais arbitradas para mais e para menos, num intervalo de 0,70%. Considerou-se mais categorias abaixo de 2,50% (3) pois os dados (SEADE, 2003) indicam a diminuição dessa taxa no tempo. Assim, para a elaboração da análise de sensibilidade, utilizou-se quadro taxas de crescimento populacional anual, Anexo A, pág. 131-132:

0,40%; 1,10%; 1,80%; 2,50% e 3,20%.

O valor inicial do m³ do esgoto tratado foi obtido junto ao SAAE de Lençóis Paulista, sendo que a projeção de acréscimo de 20% para cada quinquênio teve como base o IPCA (IBGE), que nos dois últimos anos apresentou um percentual de crescimento da ordem de 7,6856%, obtendo-se daí a projeção de 20% (arredondado).

No tocante aos investimentos, dois parâmetros são importantes: volume de esgoto sanitário a ser tratado e população a ser atendida; o primeiro é reflexo do segundo.

Outra variável apontada diz respeito ao ajuste das despesas. Entendendo-se que anualmente as despesas são reajustadas, projeta-se o IPCA (IBGE) referente ao período delimitado por: mar/07 a fev/08, ou seja, 4,6134% ao ano, para todo o tempo de vida do projeto, ou seja, 20 anos.

A cidade de Lençóis Paulista está investindo o valor de R\$ 4.776.846,00 (quatro milhões, setecentos setenta e seis mil, oitocentos e quarenta e seis reais) para solucionar o problema do esgoto lançado *in natura*, numa vazão média diária de 18.750 m³, representando dessa forma um valor de R\$ 254,76 (duzentos cinquenta e quatro reais setenta e seis centavos) por m³/dia.

Mediante uma análise das vazões médias em comparação ao número de habitantes atendidos pode-se apontar um indicador muito importante que diz respeito à geração de esgotos por habitante, em cada cidade-alvo.

Dessa forma temos a seguinte relação:

$$18.750 \text{ m}^3/\text{dia} \div 57.800 \text{ hab} = 0,3244 \text{ m}^3/\text{dia} / \text{habitante}$$

Demonstra-se assim, que o custo do investimento realizado está diretamente relacionado com o volume de esgoto produzido por habitante.

As despesas mensais apontadas são as seguintes: pessoal, energia elétrica e manutenção, e estão apresentadas no anexo A - Dados do Projeto.

Outro tipo de despesa, denominada operacional, é mensurada em razão do m³ a ser tratado; para esse indicador obteve-se o valor junto ao SAAE de Lençóis Paulista, estando cotado inicialmente a R\$ 0,28 (vinte e oito centavos)/m³. Aqui, aplica-se também um reajuste anual baseado no IPCA (IBGE) delimitado por: mar/07 a fev/08 – 4,6134 % ao ano.

Como taxa de retorno⁶⁷ fixou-se o percentual em 12 % ao ano. Tal embasamento tem como fonte o mercado financeiro, que paga em média por aplicações desse vulto de 1% a 1,2% ao mês.

Para que fosse atendida a escrituração contábil, aplicou-se um percentual de 5% ao ano a título de depreciação, perfazendo no final do projeto – 100%.

Para a confecção desta análise foram elaborados 16 anexos, sendo todos relacionados no início do trabalho.

7.1 Payback Simples

⁶⁷ Custo de oportunidade.

Segundo Assaf Neto (2005) em uma análise de *payback*⁶⁸, faz-se importante confrontar o *payback* obtido com a definição do padrão-limite. Neste estudo não há um padrão-limite estabelecido, contudo em se tratando de espaço temporal uma medida simples é determinar o menor tempo obtido.

No presente estudo pode-se apontar que o prazo de retorno do investimento oscila conforme a taxa de crescimento populacional estabelecida; contudo, no pior cenário não ultrapassará sete anos, um terço do tempo de vida do projeto. Assim, quanto maior a variável populacional, menor será o tempo de retorno desse capital.

A tabela 9 apresenta os valores obtidos:

Tabela 9 – Valores de *Payback* Simples em função do crescimento populacional

Variáveis Pop. - %	Projeto Lençóis Pta - anos
0,40%	6,89
1,10%	6,59
1,80%	6,34
2,50%	6,13
3,20%	5,95

7.2 *Payback* Descontado (econômico)

A análise do *payback* descontado segue a mesma linha de análise do *payback* simples, entretanto no presente estudo tem-se que considerar a taxa de desconto (custo de oportunidade) aplicada aos projetos em tela.

⁶⁸ Inserir ou rejeitar o projeto.

Nesta análise, além dos aspectos apontados no *payback* simples, podemos destacar que os valores obtidos no projetos são muito superiores aos valores apresentados no caso do *payback* simples, entretanto o tempo apurado de 21 anos superior ao tempo de vida previsto para o projeto de 20 anos, não tem uma diferença relevante. Neste caso a variável populacional também influencia os prazos de retorno.

A tabela 10 apresenta a relação entre os dois projetos:

Tabela 10 – Valores de *Payback* Descontado em função do crescimento populacional

Variáveis Pop. - %	Projeto Lençóis Pta - anos
0,40%	21,00
1,10%	13,53
1,80%	11,52
2,50%	10,59
3,20%	9,90

Pode-se observar, que a taxa de desconto exerce forte influência sobre investimentos maiores podendo muitas vezes inviabilizar o projeto em estudo.

7.3 Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Assaf Neto (2005, p.320)

[...] o valor presente líquido exige a definição prévia da taxa de desconto a ser utilizada nos vários fluxos de caixa. Na verdade, o (VPL) não apura diretamente a mensuração da rentabilidade do projeto; ao descontar todos os fluxos de entradas e saídas de caixa de um investimento por uma taxa de desconto mínima aceitável pela empresa [...], o (VPL) expressa, em última análise, seu resultado econômico (riqueza) atualizado.

A tabela 11 apresenta os valores obtidos de VPL:

Tabela 11 – Valores Presentes Líquidos em função da variação populacional

Variáveis Pop. - %	Projeto Lençóis Pta – R\$
0,40%	-26.267,72
1,10%	589.209,35
1,80%	1.249.306,37
2,50%	1.957.702,89
3,20%	2.718.392,81
VPL Médio	1.297.668,74

Em análise aos valores obtidos, constata-se que o projeto é viável financeiramente, salvo se a taxa média de crescimento da população do município for menor ou igual a 0,40%. O risco dessa taxa ocorrer (probabilidade) é apresentado mais a diante.

Se compararmos o VPL Médio do projeto com o valor do investimento realizado, tem-se o seguinte indicador:

Projeto Lençóis Paulista

Índice: $0,2717 = 27,17\%$ (VPL Médio $\div$ Investimento)

Investimento: R\$ 4.776.846

VPL Médio: R\$ 1.297.668

7.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo Lapponi (2006, p.402): *“O procedimento de decisão com a TIR se aplica somente num fluxo de caixa cujos capitais apresentam uma única mudança de sinal”.*

E continua o mesmo autor (2006, p.402):

Considerando que a TIR do fluxo de caixa de um investimento zera o VPL do mesmo fluxo de caixa, da comparação dos resultados da TIR com os do método do VPL se deduz que, se a taxa requerida k for

menor que a TIR do fluxo de caixa, então o VPL do investimento será maior que zero, e se a taxa requerida k for maior que a TIR do fluxo de caixa, então o VPL do investimento será menor que zero.

Ao se analisar o projeto em tela observa-se que somente em uma ocasião a TIR é menor que a taxa requerida k (12,00% ao ano); e isso acontece utilizamos a variável populacional de crescimento de 0,40% ao ano, o que confere com a informação obtida quando o VPL foi calculado.

A tabela 12 resume as taxas internas de retorno obtidas, que podem ser encontradas também no Anexo A, pág. 133-137:

Tabela 12 – Taxas Internas de Retorno em função da variação populacional

Variáveis Pop. - %	Projeto Lençóis Paulista – %
0,40%	11,89%
1,10%	14,18%
1,80%	16,13%
2,50%	17,87%
3,20%	19,46%
TIR Média	15,90%

Pela tabela apresentada pode-se observar que o projeto tem sua taxa média de retorno superior à taxa requerida k que foi estabelecida em 12,00%

ao ano, exceto, como já mencionado, quando aplicada a variável populacional de 0,40% ao ano.

7.5 Análise de Sensibilidade

Para o presente trabalho aplicou-se a análise de sensibilidade nas variações de crescimento populacional. Tais variações têm como finalidade apresentar cenários diversos, cenários esses possíveis de acontecer, uma vez que a projeção desenhada no início de cada projeto pode vir a ser modificada.

Entende-se que o crescimento populacional de um município não é o mesmo para cada ano, mas, para dar uma dimensão a este trabalho, foram fixados os crescimentos em cinco percentuais distintos – 0,40% / 1,10% / 1,80% / 2,50% / 3,20%.

Dessa forma foram desenhados cinco cenários para o projeto, possibilitando ampliar a base de análise e estudo.

7.6 Análise de Risco

Para a análise de risco, no presente estudo, entende-se que o VPL negativo inviabilizaria o projeto. Portanto, um VPL negativo coloca o projeto dentro da categoria de arriscado. Para o cálculo desse risco, recorreu-se a distribuição normal e estabeleceu-se um percentual de probabilidade de ocorrer cada evento, especificamente a taxa de crescimento populacional.

O crescimento populacional do município e sua respectiva taxa foram obtidos junto a SEADE (2003), e foram computados os dez últimos anos disponíveis (Tabela 13).

Tabela 13 – Crescimento populacional no período 1994-2003

Ano	População	Crescimento %
1994	48.173	2,50
1995	49.322	2,39
1996	50.457	2,30
1997	51.581	2,23
1998	52.696	2,16
1999	53.800	2,10
2000	54.920	2,08
2001	55.975	1,92
2002	57.034	1,89
2003	58.112	1,89

A fim de se ter uma projeção da taxa de crescimento populacional para os próximos anos, determinou-se vários modelos de regressão a partir dos dados da tabela 13. Dentre eles o que apresentou maior coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9763$) foi o exponencial com equação dada por:

$$y = 2,5489 e^{-0,0321 x}$$

A partir deste resultado, construiu-se a tabela 14, contendo a previsão de crescimento populacional de Lençóis Paulista, de 2004 a 2028.

Tabela 14 - Estimativa de crescimento da população para o período 2004-2028

Ano	Crescimento %
2004	1,834
2005	1,780
2006	1,727

2007	1,676
2008	1,627
2009	1,579
2010	1,532
2011	1,487
2012	1,443
2013	1,401
2014	1,360
2015	1,320
2016	1,281
2017	1,243
2018	1,206
2019	1,171
2020	1,136
2021	1,103
2022	1,070
2023	1,039
2024	1,008
2025	0,978
2026	0,950
2027	0,922
2028	0,895

Para este período estimado de 28 anos, tem-se como média de crescimento da população 1,31% ao ano, com desvio padrão de 0,28717%.

Assim, elaborou-se a tabela de probabilidades de ocorrência para cada taxa de crescimento populacional escolhida (Tabela 15).

Tabela 15 - Probabilidades de ocorrência para cada taxa de crescimento populacional anteriormente definida.

Taxa de crescimento Populacional	Probabilidade encontrada	Probabilidade ajustada
0,40	0,07%	1%
1,10	23,15%	23%
1,80	72,37%	71%
2,50	4,40%	4%

3,20	0,0017%	1%
------	---------	----

A tabela 16 apresenta os dados de VPL esperado para a análise de risco:

Tabela 16 - Análise de Risco – valor esperado e desvio padrão do VPL

Taxa de crescimento Populacional	Probabilidade de ocorrência	VPL Esperado
0,40%	1%	- R\$ 26.267,72
1,10%	23%	R\$ 589.209,35
1,80%	71%	R\$ 1.249.306,37
2,50%	4%	R\$ 1.957.702,89
3,20%	1%	R\$ 2.718.392,81
	VPL Esperado	R\$ 1.127.755,04
	Desvio Padrão Esperado	R\$ 155.816,86

Utilizando-se a distribuição normal padronizada, pode-se calcular a probabilidade de ocorrer VPL Esperado menor ou igual a zero, no caso $z = -7,24$.

Para este valor de z encontrou-se o valor de $1,0794491^{-17}$ significando que a probabilidade do VPL esperado do projeto em análise, considerando as variáveis adotadas, ser igual ou menor que zero é uma possibilidade muito pequena, portanto o risco do projeto também é muito pequeno.

Os cálculos referentes ao risco do projeto, estão no Anexo A, pág. 138.

Uma regressão tão longa, no que diz respeito ao crescimento populacional do município de Lençóis Paulista, deve ser vista com ressalva. Embora embasada em um elevado coeficiente de determinação uma previsão de 20 anos é bastante longa e poderá haver um desvio acentuado entre o previsto e efetivo, principalmente nos anos mais distantes. Contudo, há que se

ressaltar que a média de crescimento encontrada capta um fato que pode ser constatado visualmente, ou seja, queda anual da taxa de crescimento do município nos últimos dez anos transcorridos.

7.7 Comparação *Payback* Simples versus *Payback* Descontado

Outra análise que pode ser feita é a comparação dos *Paybacks* (Simples e Descontado) obtidos no cálculo do projeto.

Demonstra-se assim a relação existente entre o cálculo simples e o cálculo descontado quando aplicada à taxa de retorno, referente à apuração do tempo de retorno do capital, pois, a taxa de retorno estabelece o prazo de

retorno do capital investido, cuja comparação também pode ser encontrada no Anexo A, pag.132.

8. CONCLUSÃO

A implantação do projeto de ETE de Lençóis Paulista/SP apresenta-se viável financeiramente, conforme demonstrado no item 7 e subitens.

Ressalta-se que o presente trabalho não contempla a avaliação ambiental, mas, tão somente a financeira. Dadas as premissas de receitas, investimento e custeio, apresentadas no projeto que deram origem ao fluxo de caixa aliadas a duas outras também importantes como taxa de crescimento populacional e probabilidade de ocorrência dessas taxas, somente em situação muito extrema o projeto seria inviável, situação essa tipificada numa taxa de crescimento populacional igual ou menor que 0,40% ao ano durante os vinte anos de vida útil prevista para o projeto. Essa probabilidade foi arbitrada em 1 ano a cada 20 anos. Com isso, mantidas as condições aqui analisadas, conclui-se que a instalação da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE em Lençóis Paulista/SP, será um investimento com retorno esperado superior a 12% ao ano e com uma taxa de risco financeiro extremamente baixo.

Os prazos de retorno também estão de acordo com o tempo de vida útil do projeto, em torno de 20 anos.

Considerando os métodos de análise de investimento aqui apresentados, como valor presente líquido (VPL) positivo, taxa interna de retorno (TIR) e *paybacks* devidamente calculados, conclui-se que o projeto é

financeiramente viável. O risco de um VPL menor que zero é bastante pequeno, o que reforça a conclusão da viabilidade do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTE BRASIL. **Saneamento Básico**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?3base=./agua/urbana/index.html&conteudo=./agua/>>. Acesso em: 20 out 2007.

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. 2. ed., cap.15, São Paulo: Atlas, 2005.

BARROS, R. T. V. **et al. Manual de saneamento a proteção ambiental para municípios**. 2. ed. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BORSOI, Z.; CAMISÃO, M.L.; LANARI, N.; TORRES, S.; GOMES, S. M. Tratamento de Esgoto: Tecnologias Acessíveis. **Informe Infra-estrutura**. Área de Projetos de Infra-estrutura, n. 16, 1997.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: PEARSON – Prentice Hall, 2005.

BRIGHAM, E. F.; GAPENSKI, L. C.; ENRHARDT, M. C. **Administração Financeira – Teoria e Prática**. 1. ed., 5. tiragem. São Paulo: Atlas, 2001.

BRUNI, A.L. Estatística Aplicada à Gestão Empresarial. São Paulo, 2007.

BUSS, P. C. Promoção da Saúde e Qualidade de Vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, Departamento de Administração e Planejamento em Saúde, Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, v.5, n.1, p.163-177, 2000.

CASTRO, A. A. **Revisão sistemática: análise e apresentação dos resultados**. Parte 2, cap.C, item 7.9. Disponível em: <<http://www.metodologia.org>>. Acesso em: 20 out 2007.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 306 de 05/07/2002.

CORSAN. Sistemas de tratamento. **Etapas do Tratamento**. Disponível em: http://www.corsan.com.br/sistemas/trat_aqua_etapas.htm>. Acesso em: 31 out 2007.

DAMODARAN, ASWATH. Avaliação de Investimentos. São Paulo: Qualitymark Editora, 1999.

ESA Engenharia Sanitária e Ambiental. **Relatório – “Reformulação e Atualização do Projeto da Estação de Tratamento de Esgotos, Prefeitura do Município de Itápolis**. São Carlos/SP, 2001.

ESALQ. **Indicadores de Avaliação**. USP/Piracicaba/SP. Disponível em: <<http://pa.esalq.usp.br/desr/dum/node46.html>>. Acesso em: 30 jan 2008.

ESGOTO É VIDA. **A Situação em outros países**. Disponível em: <http://www.esgotoevida.org.br/outros_paises.php>. Acesso em: 27 out 2007.

_____. **Efeitos positivos do Saneamento Básico**. Disponível em: <http://www.esgotoevida.org.br/efeitos_positivos.php>. Acesso em: 27 out 2007.

_____. **Não há saúde sem Saneamento**. Disponível em: <http://www.esgotoevida.org.br/saude_saneamento.php>. Acesso em: 27 out 2007.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente/MG. **Indicadores de Avaliação Ambiental – Água.** Disponível em: http://www.semاد.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=39. Acesso em: 2 fev 2008.

FEATHERSTONE, M. **O desmanche da cultura: globalização, pós-modernismo e identidade.** Trad. Carlos Eugênio M. de Moura. São Paulo: Studio Nobel/Sesc, 1997.

FERREIRA, Y. N. **Metrópole Sustentável? Não é uma questão urbana. São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.4, 2000.

FRENK, J. La Nueva Salud Pública. In: Organización Panamericana de la Salud (org). **La Crisis de la Salud Pública: Reflexiones para el Debate.** Washington, D.C. OPS, p.57-63, 1992.

GARTNER, I. V. **A Análise de Projetos em Bancos de Desenvolvimento: Proposição de um modelo de análise.** [dissertação] Universidade Federal de Santa Catarina, departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Florianópolis/SC, 2005.

GIAFFERIS, G. P. **Saneamento Básico e Saúde Pública.** [monografia] Universidade Federal de São Carlos-UFSCAR, Especialização em Engenharia em Saneamento Básico, São Carlos/SP, 2001.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira.** 3. ed. São Paulo: Harbra, 1984.

HAUSER, P. D. **Criação de valor e desenvolvimento sustentável: uma avaliação da incineração de resíduos sólidos municipais em projetos enquadráveis no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto.** [dissertação] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Coppead de Pós-Graduação em Administração, Rio de Janeiro/RJ, 2006.

HELLER, L. **Saneamento e saúde.** Organização Mundial da Saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 1997.

HELLER, L. **Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. Ciência & Saúde Coletiva**, v.3, n.2, p.73-84,1998.

JACOBI, P. **Meio Ambiente e redes sociais: dimensões intersetoriais e complexidade na articulação de práticas coletivas.** Universidade de São

Paulo: Faculdade de Educação e Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM), São Paulo/SP, 2000.

LAPPONI, J. C. **Estatística**. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora Ltda, 1997.

LAPPONI, J. C. **Matemática Financeira**. Rio de Janeiro: Campus, RJ, 2006.

LIMA, A. M. M. **Conceito de Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://am37.wordpress.com/2007/07/29/conceito-de-meio-ambiente/>>. Acesso em: 29 jul 2007.

MARTINS, G.; BORANGA, J. A.; LATORRE, M. R. D. O.; PEREIRA, H. A. S. L. Modelo estatístico para avaliação do impacto do saneamento básico na saúde pública. In: Encontro Técnico AESABESP, XII, 2001, São Paulo. **Anais...**, São Paulo: AESABESP, 2001.

MATSUMOTO, T.; RACANICCHI, R. M. Z. V. **Influência da Implantação de Estação de Tratamento de Esgoto na Qualidade de um Corpo Receptor em Área Urbana**. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória/ES, 2002.

MENDES, M. C. **Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt2.html>. Acesso em: 21 out 2007.

METCALF & EDDY. **Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse**. Metcalf & Eddy, Inc. 3. ed, 1991.

MINISTÉRIO SAÚDE. **Do sanitário à municipalização**. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=401>. Acesso em: 20 out 2007.

MOREIRA, T. Saneamento Básico: Desafios e Oportunidades. **Revista do BNDES**, 1996

MTIR. Microsoft Office Excel. Disponível em: <<http://office.microsoft.com/pt-br/excel/HP052091801046.aspx>>. Acesso em: 3 fev 2008.

NATAL, D. **Epidemiologia**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública-USP, Apostila, p.237, 2000.

NOZAKI, V. T. **Análise do Setor do Saneamento Básico no Brasil**. [dissertação] Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Ribeirão Preto/SP, 2007.

PAIM, J. S. As ambigüidades da noção de necessidade em saúde. **Planejamento**, p.39-46. Salvador: USP, 1980.

PAIM, J. S.; ALMEIDA FILHO, N. Saúde coletiva: uma “nova saúde pública” ou campo aberto a novos paradigmas? **Rev. Saúde Pública**, v.22, n.4, p.299-316, 1998.

PASSETO, W. **Esgoto é Vida – pela incorporação da coleta, tratamento e disposição do esgoto sanitário na agenda de prioridades dos municípios brasileiros**. 4. ed. Dossiê de Saneamento, Água e Cidade, 2003.

PBHSF. Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco. **Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários**. Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF – nº 03. ANA/GEF/PNUMA/OEA, Brasília, 2004.

PHILIPPI Jr., A. **Município e Meio Ambiente: Perspectivas para a Municipalização da Gestão Ambiental no Brasil**. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999.

PNUD. **Falta de água e esgoto mata 1 criança a cada 19 segundos**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/noticias/impressao.php?d01=2392>>. Acesso em: 18 out 2007.

POLUIÇÃO DA ÁGUA. Disponível em: <<http://www.suapesquisa.com/poluicaodaagua/>>. Acesso em: 16 out 2007.

PUCCINI, A. L. Matemática Financeira – Objetiva e Aplicada. 7. ed., cap.7-11, São Paulo: Saraiva, 2004.

RAMOS, A. G.; CORDEIRO, J. S. **Gerenciamento Ambiental em Sistemas de Tratamento de Esgoto**. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville/SC, 2003.

RDH 2006, obtido no site: <http://www.pnud.org.br/rdh/> acesso em 26 out 2007.

ROSEN, G. Uma história da saúde pública. **Saúde em Debate**, n.74, p.423. São Paulo: HUCITEC, 1994.

SAAE. Sistema de Autônomo de Água e Esgoto, Lençóis Paulista, SP. **Relatório – “Empreendimento – Sistema de tratamento de esgotos do município de Lençóis Paulista**. Programa: “Saneamento para todos”, 2006.

SACHS, I. Sociedade, cultura e meio ambiente. **Mundo & Vida Alternativas em estudos ambientais**. Niterói/RJ, ano I, v.I, p.7-13, 2000.

SAMANEZ, C. P. **Matemática Financeira – Aplicações à Análise de Investimentos**. 3. ed., cap. 10. São Paulo: Saraiva, 2002.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados **Perfil Municipal**. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>. Acesso em: 26 out 2007.

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Parecer Técnico CPRN/DAIA/035**, Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção de Recursos Naturais – CPRN, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 2000.

SEMAD. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais. **Indicadores Ambientais**. Disponível em: http://www.semad.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=23&Itemid=37. Acesso em: 2 fev 2008.

_____. **Indicadores de Avaliação Ambiental – Água**. Disponível em: http://www.semad.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=39. Acesso em: 2 fev 2008.

SILVA, P. C. R., **Valor Esperado (Esperança Matemática)**. Disciplina de Introdução à Estatística Econômica, 2. ano, AULA NET – 25, Faculdade de Ciências Econômicas de Vitória (FACEV). Disponível em: http://www.geocities.com/pcrsilva_99/2A25.htm. Acesso em: 17 mar 2008.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação

de um modelo de planejamento em saneamento. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.18, n.6, p.1713-1724, nov-dez, 2002.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. [dissertação] Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), Belo Horizonte, 1996.

_____. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. [monografia] Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, , Belo Horizonte, 1996.

TOBIAS, A. **MTIR – Taxa Interna de Retorno Modificada – O que é? Express Training**. Disponível em: <http://www.expresstraining.com.br/index.php?page=article&id=237>. Acesso em: 2 fev 2008.

TOBIAS, A. **TIR – Taxa Interna de Retorno – O que é? Express Training**. Disponível em: <http://www.expresstraining.com.br/index.php?page=article&id=236>. Acesso em: 2 fev 2008.

TOBIAS, A. **VPL – Valor Presente Líquido – O que é? Express Training**. Disponível em: <http://www.expresstraining.com.br/index.php?page=article&id=61>>, obtido em 02/02/08.

VIEIRA SOBRINHO, J. D. **Matemática Financeira**. São Paulo: Atlas, 1986.

WIKIPEDIA. **Água e saneamento no Brasil**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/agua_e_saneamento_no_Brasil>. Acesso em: 19 out 2007.

WIKIPEDIA. **Saúde pública**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/saude_publica>. Acesso em: 19 out 2007.



ESGOTOS

Prof. Dr. Manuel Henrique Salgado

Mestrando: Júlio César de Toledo

DISSERTAÇÃO

Análise do projeto da ETE de Lençóis Paulista - SP.

Tal projeto visa propor uma solução para o tratamento de esgotos sanitários para os próximos 20 anos.

Projeto: Lençóis Paulista - Instalação de uma ETE.

Analisar:

- 1) Pay Back - simples
- 2) Pay Back - descontado
- 3) VPL - valor presente líquido
- 4) TIR - taxa interna de retorno
- 5) Análise de sensibilidade

Valor Pago	20% / período
R\$ / m ³	Períodos
0,55	0 - 5 anos
0,66	6 - 10 anos
0,79	11- 15 anos
0,95	16 -20 anos

Taxas de Crescimento
0,40%
1,10%
1,80%
2,50%
3,20%

Projeto A

Receitas:	R\$ / m ³
Valor Inicial	0,55
Vazão Média Inicial	18.750 m ³ / dia
Receita Média Diária:	10.312,50

Investimentos	R\$
Trat. Preliminar	207.630
Trat. Primário	720.733
Trat. Secundário	960.978
Trat. Terciário	720.735
Laboratório	16.500
Estações Elevatórias	1.557.149
Interligações	593.121
Total	4.776.846

Despesas ao mês	R\$
Pessoal	10.000
Energia Elétrica	70.000
Manutenção	0
Total	80.000

ESGOTOS

Prof. Dr. Manuel Henrique Salgado

Mestrando: Júlio César de Toledo

DISSERTAÇÃO

Análise de projeto de ETE para o município de Lençóis Paulista, SP.

O projeto objeto da análise visa propor uma solução para o tratamento de esgotos sanitários no para os próximos 20 anos.

Analisar:

- 1) Pay Back - original
- 2) Pay Back - descontado
- 3) VPL - valor presente líquido
- 4) TIR - taxa interna de retorno
- 5) Análise de sensibilidade - probabilidade de risco

Taxas de Crescimento Populacional

0,40%
1,10%
1,80%
2,50%
3,20%

Resultados obtidos:

Projeto A	PB SIMPLES	PB DESCONTADO	VPL	TIR
0,40%	6,89	21,00	-R\$ 26.267,72	11,89%
1,10%	6,59	13,53	R\$ 589.209,35	14,18%
1,80%	6,34	11,52	R\$ 1.249.306,37	16,13%
2,50%	6,13	10,59	R\$ 1.957.702,89	17,87%
3,20%	5,95	9,90	R\$ 2.718.392,81	19,46%
			R\$ 1.297.668,74	15,90%
			VPL Médio	TIR Média

ESGOTOS

Prof. Dr. Manuel Henrique Salgado

Mestrando: Júlio César de Toledo

DISSERTAÇÃO

PROJETO A		Variável:	0,40%	LENÇÓIS PAULISTA							
Volume Inicial:		6.843.749	m³ / ao ano		Custos		R\$				
Taxa de Crescimento Anual		0,40%			Investimento:		4.776.846				
Receita Inicial:		0,55	R\$ / m³		Despesas:		960.000	ao ano			
Ajuste das Despesas - IPCA (IBGE):		4,6134%	ao ano		Operacional		0,28	R\$ / m³			
Taxa de Retorno:		12,00%	ao ano		Depreciação:		5%	ao ano			
Anos	Investimentos	Faturamento	Despesas	Operacional	Lucro Bruto	Depreciação	Lucro Líquido	Fluxo de Caixa	PB Simples	Valor Presente	PB Desc.
0	-4.776.846,00							-4.776.846,00	-4.776.846,00	-4.776.846,00	-4.776.846,00
1		3.764.061,76	960.000,00	1.916.249,62	887.812,14	-238.842,30	648.969,84	887.812,14	-3.889.033,86	792.689,41	-3.984.156,59
2		3.779.118,01	1.004.288,64	2.012.672,50	762.156,87	-238.842,30	523.314,57	762.156,87	-3.126.876,99	607.586,79	-3.376.569,80
3		3.794.234,48	1.050.620,49	2.113.947,23	629.666,75	-238.842,30	390.824,45	629.666,75	-2.497.210,24	448.184,36	-2.928.385,44
4		3.809.411,42	1.099.089,82	2.220.317,96	490.003,64	-238.842,30	251.161,34	490.003,64	-2.007.206,60	311.406,17	-2.616.979,27
5		3.824.649,06	1.149.795,23	2.332.041,11	342.812,72	-238.842,30	103.970,42	342.812,72	-1.664.393,88	194.521,15	-2.422.458,13
6		4.607.937,19	1.202.839,88	2.449.386,01	955.711,30	-238.842,30	716.869,00	955.711,30	-708.682,57	484.193,09	-1.938.265,04
7		4.626.368,94	1.258.331,70	2.572.635,53	795.401,72	-238.842,30	556.559,42	795.401,72	86.719,15	359.799,34	-1.578.465,69
8		4.644.874,42	1.316.383,57	2.702.086,78	626.404,07	-238.842,30	387.561,77	626.404,07	713.123,21	252.994,10	-1.325.471,60
9		4.663.453,91	1.377.113,61	2.838.051,83	448.288,48	-238.842,30	209.446,18	448.288,48	1.161.411,69	161.657,32	-1.163.814,28
10		4.682.107,73	1.440.645,37	2.980.858,44	260.603,92	-238.842,30	21.761,62	260.603,92	1.422.015,61	83.907,49	-1.079.906,79
11		5.626.758,44	1.507.108,10	3.130.850,88	988.799,46	-238.842,30	749.957,16	988.799,46	2.410.815,07	284.256,22	-795.650,58
12		5.649.265,47	1.576.637,03	3.288.390,71	784.237,73	-238.842,30	545.395,43	784.237,73	3.195.052,80	201.294,29	-594.356,28
13		5.671.862,53	1.649.373,60	3.453.857,71	568.631,22	-238.842,30	329.788,92	568.631,22	3.763.684,02	130.315,60	-464.040,68
14		5.694.549,98	1.725.465,80	3.627.650,78	341.433,40	-238.842,30	102.591,10	341.433,40	4.105.117,42	69.864,04	-394.176,65
15		5.717.328,18	1.805.068,44	3.810.188,85	102.070,89	-238.842,30	-136.771,41	102.070,89	4.207.188,30	18.647,97	-375.528,68
16		6.902.769,14	1.888.343,47	4.001.911,98	1.012.513,69	-238.842,30	773.671,39	1.012.513,69	5.219.701,99	165.162,92	-210.365,76
17		6.930.380,21	1.975.460,31	4.203.282,33	751.637,58	-238.842,30	512.795,28	751.637,58	5.971.339,57	109.471,76	-100.894,00
18		6.958.101,74	2.066.596,19	4.414.785,34	476.720,20	-238.842,30	237.877,90	476.720,20	6.448.059,77	61.992,50	-38.901,50
19		6.985.934,14	2.161.936,54	4.636.930,88	187.066,72	-238.842,30	-51.775,58	187.066,72	6.635.126,49	21.719,71	-17.181,79
20		7.013.877,88	2.261.675,32	4.870.254,45	-118.051,90	-238.842,30	-356.894,20	-118.051,90	6.517.074,59	-12.238,06	-29.419,85
Soma	-4.776.846,00	105.347.044,63	30.476.773,11	63.576.350,93	11.293.920,59	-4.776.846,00	6.517.074,59	6.517.074,59	6,89	-29.419,85	21,00
TIR	11,89%										
VPL	(R\$ 26.267,72)										

PROJETO A	Variável:	1,10%	LENÇÓIS PAULISTA
	Volume Inicial:	6.843.749	m³ / ao ano
	Taxa de Crescimento Anual	1,10%	
	Receita Inicial:	0,55	R\$ / m³
	Ajuste das Despesas - IPCA (IBGE):	4,6134%	ao ano
	Taxa de Retorno:	12,00%	ao ano

Custos	R\$	
Investimento:	4.776.846	
Despesas:	960.000	ao ano
Operacional	0,28	R\$ / m³
Depreciação:	5%	ao ano

[illegible]

PROJETO A	Variável:	1,80%	LENÇÓIS PAULISTA		
	Volume Inicial:	6.843.749	m³ / ao ano	Custos	R\$
	Taxa de Crescimento Anual	1,80%		Investimento:	4.776.846
	Receita Inicial:	0,55	R\$ / m³	Despesas:	960.000 ao ano
	Ajuste das Despesas - IPCA (IBGE):	4,6134%	ao ano	Operacional	0,28 R\$ / m³
	Taxa de Retorno:	12,00%	ao ano	Depreciação:	5% ao ano

Anos	Investimentos	Faturamento	Despesas	Operacional	Lucro Bruto	Depreciação	Lucro Líquido	Fluxo de Caixa	PB Simples	Valor Presente	PB Desc.
0	-4.776.846,00							-4.776.846,00	-4.776.846,00	-4.776.846,00	-4.776.846,00
1		3.764.061,76	960.000,00	1.916.249,62	887.812,14	-238.842,30	648.969,84	887.812,14	-3.889.033,86	792.689,41	-3.984.156,59
2		3.831.814,87	1.004.288,64	2.040.737,65	786.788,58	-238.842,30	547.946,28	786.788,58	-3.102.245,28	627.223,04	-3.356.933,55
3		3.900.787,54	1.050.620,49	2.173.312,98	676.854,07	-238.842,30	438.011,77	676.854,07	-2.425.391,21	481.771,36	-2.875.162,19
4		3.971.001,72	1.099.089,82	2.314.500,98	557.410,92	-238.842,30	318.568,62	557.410,92	-1.867.980,29	354.244,72	-2.520.917,48
5		4.042.479,75	1.149.795,23	2.464.861,17	427.823,35	-238.842,30	188.981,05	427.823,35	-1.440.156,94	242.758,46	-2.278.159,02
6		4.938.293,26	1.202.839,88	2.624.989,43	1.110.463,95	-238.842,30	871.621,65	1.110.463,95	-329.692,99	562.595,60	-1.715.563,42
7		5.027.182,54	1.258.331,70	2.795.520,32	973.330,52	-238.842,30	734.488,22	973.330,52	643.637,53	440.285,30	-1.275.278,12
8		5.117.671,82	1.316.383,57	2.977.129,66	824.158,60	-238.842,30	585.316,30	824.158,60	1.467.796,13	332.863,84	-942.414,29
9		5.209.789,92	1.377.113,61	3.170.537,13	662.139,17	-238.842,30	423.296,87	662.139,17	2.129.935,31	238.774,02	-703.640,26
10		5.303.566,13	1.440.645,37	3.376.509,21	486.411,55	-238.842,30	247.569,25	486.411,55	2.616.346,86	156.611,50	-547.028,76
11		6.462.475,69	1.507.108,10	3.595.862,15	1.359.505,44	-238.842,30	1.120.663,14	1.359.505,44	3.975.852,30	390.825,33	-156.203,43
12		6.578.800,25	1.576.637,03	3.829.465,22	1.172.698,01	-238.842,30	933.855,71	1.172.698,01	5.148.550,31	301.002,37	144.798,94
13		6.697.218,66	1.649.373,60	4.078.244,18	969.600,88	-238.842,30	730.758,58	969.600,88	6.118.151,19	222.207,50	367.006,43
14		6.817.768,60	1.725.465,80	4.343.184,91	749.117,88	-238.842,30	510.275,58	749.117,88	6.867.269,08	153.284,36	520.290,79
15		6.940.488,43	1.805.068,44	4.625.337,36	510.082,62	-238.842,30	271.240,32	510.082,62	7.377.351,70	93.190,19	613.480,98
16		8.496.387,80	1.888.343,47	4.925.819,69	1.682.224,64	-238.842,30	1.443.382,34	1.682.224,64	9.059.576,34	274.407,28	887.888,26
17		8.649.322,78	1.975.460,31	5.245.822,67	1.428.039,81	-238.842,30	1.189.197,51	1.428.039,81	10.487.616,15	207.985,92	1.095.874,18
18		8.805.010,59	2.066.596,19	5.586.614,45	1.151.799,95	-238.842,30	912.957,65	1.151.799,95	11.639.416,10	149.779,59	1.245.653,77
19		8.963.500,78	2.161.936,54	5.949.545,57	852.018,66	-238.842,30	613.176,36	852.018,66	12.491.434,76	98.925,14	1.344.578,91
20		9.124.843,79	2.261.675,32	6.336.054,30	527.114,17	-238.842,30	288.271,87	527.114,17	13.018.548,93	54.644,22	1.399.223,13
Soma	-4.776.846,00	122.642.466,68	30.476.773,11	74.370.298,65	17.795.394,93	-4.776.846,00	13.018.548,93	13.018.548,93	6,34	1.399.223,13	11,52

TIR	16,13%
VPL	R\$ 1.249.306,37

Volume Inicial:	6.843.749	m³ / ao ano	Custos	R\$	
Taxa de Crescimento Anual	2,50%		Investimento:	4.776.846	
Receita Inicial:	0,55	R\$ / m³	Despesas:	960.000	ao ano
Ajuste das Despesas - IPCA (IBGE):	4,6134%	ao ano	Operacional	0,28	R\$ / m³
Taxa de Retorno:	12,00%	ao ano	Depreciação:	5%	ao ano

[illegible]

PROJETO A	Variável:	3,20%	LENÇÓIS PAULISTA			
	Volume Inicial:	6.843.749	m³ / ao ano	Custos	R\$	
	Taxa de Crescimento Anual	3,20%		Investimento:	4.776.846	
	Receita Inicial:	0,55	R\$ / m³	Despesas:	960.000	ao ano
	Ajuste das Despesas - IPCA (IBGE):	4,6134%	ao ano	Operacional	0,28	R\$ / m³
	Taxa de Retorno:	12,00%	ao ano	Depreciação:	5%	ao ano

[illegible]

ESGOTOS

Prof. Dr. Manuel Henrique Salgado

Mestrando: Júlio César de Toledo

DISSERTAÇÃO

Este estudo mensura os riscos relativos ao projeto tendo como base as taxas de crescimento populacional,

isto é, analisa a sensibilidade do projeto em relação as essas diversas variáveis.

As probabilidades foram distribuídas de acordo com as características de crescimento de cada cidade.

Projeto: A - Lençóis Paulista - Instalação de uma ETE.

Eventos:Hipóteses de taxa de crescimento da população de Lençóis Paulista, SP

1° / 0,40	2° / 1,10%	3° / 1,80%	4° / 2,50%	5° / 3,20%
-----------	------------	------------	------------	------------

a) Cálculo do VPL Esperado (E):

Eventos	VPL	Probabilidade	VPL Sensibilizado	((VPL-VPL(E))*PROB)^2
0,40%	-R\$ 26.267,72	1,00%	-262,68	133.176.852,62
1,10%	R\$ 589.209,35	23,00%	135.518,15	15.342.664.196,05
1,80%	R\$ 1.249.306,37	71,00%	887.007,52	7.447.939.330,02
2,50%	R\$ 1.957.702,89	4,00%	78.308,12	1.102.101.485,33
3,20%	R\$ 2.718.392,81	1,00%	27.183,93	253.012.850,55

