

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO E AMBIENTE**

**Valoração Ambiental e Análise de Viabilidade Econômica: o  
caso da Estação Escola de Tratamento de Esgotos da  
Universidade Estadual de Campinas**

**Ane Caroline Grisolio Machion**

**Campinas - SP**  
**2006**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

M184v Machion, Ane Caroline Grisolio  
Valoração ambiental e análise de viabilidade econômica: o caso da estação escola de tratamento de esgotos da Universidade Estadual de Campinas / Machion, Ane Caroline Grisolio.--Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: José Roberto Guimarães  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Análise ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – aspectos econômicos. 4. Viabilidade econômica. 5. Águas residuais. 6. Esgotos. I. Guimarães, José Roberto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Titulo em Inglês: Environmental valuation and analysis of economical viability: the case of school wastewater treatment plant of State University of Campinas

Palavras-chave em Inglês: Environmental valuation, Analysis of economical viability, Wastewater treatment plant

Área de concentração: Saneamento e Ambiente

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Marina Sangoi de Oliveira Ilha e Antonio Aparecido Mozeto

Data da defesa: 17/07/2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO E AMBIENTE**

**Valoração Ambiental e Análise de Viabilidade Econômica: o  
caso da Estação Escola de Tratamento de Esgotos da  
Universidade Estadual de Campinas**

**Ane Caroline Grisolio Machion**

**Orientador: Prof. Dr. José Roberto Guimarães**

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na Área de Concentração de Saneamento e Ambiente.

Atesto que essa é a versão definitiva da  
dissertação/tese.

Prof. Dr. José Roberto Guimarães

Matricula 24561-5 - 04/08/2006

**Campinas - SP**  
**2006**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO E AMBIENTE**

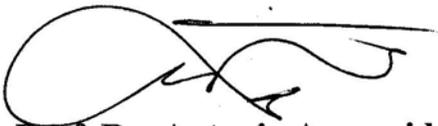
**Valoração Ambiental e Análise de Viabilidade Econômica: o  
caso da Estação Escola de Tratamento de Esgotos da  
Universidade Estadual de Campinas**

**Ane Caroline Grisolio Machion**

**Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca examinadora, constituída por:**

  
**Prof. Dr. José Roberto Guimarães**  
**Presidente e Orientador / FEC - UNICAMP**

  
**Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha**  
**FEC - UNICAMP**

  
**Prof. Dr. Antonio Aparecido Mozeto**  
**DQ - UFSCAR**

Campinas, 17 de julho de 2006.

## **Dedicatória**

Aos meus pais, José Antonio e Edite Aparecida.

À minha irmã, Andréia Cristina.

Ao meu noivo, Edimar Cesar.

A Deus.

## **Agradecimentos**

Aos meus pais José Antonio e Edite Aparecida, à minha irmã Andréia Cristina, ao meu cunhado Paulo e ao meu noivo Edimar Cesar pelo apoio e incentivo incondicionais e pelo exemplo que sempre serão para mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Roberto Guimarães pela grande ajuda, pelos ensinamentos e pela amizade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa Emergencial de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Carlos Gomes da Nave Mendes e ao Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja pela contribuição de fundamental importância para o desenvolvimento e a conclusão deste trabalho.

À Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA) pela disponibilização das informações e dos documentos solicitados.

À Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” pela disponibilização das informações e dos documentos solicitados.

Ao meu tio Lima (em memória), à minha tia Maria, ao meu primo Marco e às minhas primas Mariana e Natália pela torcida e carinho.

Aos meus amigos pelo apoio e amizade.

“1 - A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão, é plenamente responsável aos olhos de todos.

2 - A água é a seiva de nosso planeta. Ela é condição essencial de vida de todo vegetal, animal ou ser humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura.

3 - Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.

4 - O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.

5 - A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.

6 - A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.

7 - A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.

8 - A utilização da água implica em respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.

9 - A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.

10 - O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.”

Declaração Universal dos Direitos da Água.  
Organização das Nações Unidas, 22 de março de 1992.

## Sumário

<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Lista de Abreviaturas e Símbolos.....</b>	<b>xvii</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>xix</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xx</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
<b>3. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>5</b>
3.1. O surgimento de um novo paradigma.....	5
3.2. A busca por um modelo de desenvolvimento sustentável.....	8
3.3. Economia do meio ambiente – estado da arte.....	9
3.3.1. Economia de recursos naturais.....	10
3.3.2. Economia ambiental.....	11

3.3.3. Economia ecológica.....	12
3.4. Por que valoração ambiental?.....	14
3.5. Valor econômico de um recurso ambiental.....	14
3.6. Métodos utilizados para valoração ambiental.....	16
3.6.1. Métodos da função de demanda.....	18
3.6.1.1. Avaliação contingente.....	18
3.6.1.2. Preços hedônicos.....	19
3.6.1.3. Custos de viagem.....	21
3.6.2. Métodos da função de produção.....	23
3.6.2.1. Mercado de bens substitutos.....	23
3.6.2.2. Produtividade marginal.....	27
3.7. Aspectos macroeconômicos da valoração ambiental.....	29
3.8. Estudo de viabilidade econômica.....	31
3.8.1. Retorno de investimentos ( <i>payback</i> ).....	35
3.8.2. Valor presente líquido.....	36
3.8.3. Valor presente líquido unitário.....	37
3.8.4. Taxa interna de retorno.....	38
3.8.5. Relação benefício-custo.....	39
<b>4. Metodologia.....</b>	<b>41</b>
4.1. Caracterização do objeto de estudo e do seu entorno.....	41
4.2. Construção de cenários ambientais.....	44
4.3. Simulação de cenários econômicos.....	47
<b>5. Resultados e Discussão.....</b>	<b>51</b>
5.1. Caracterização do objeto de estudo e do seu entorno.....	51
5.1.1. O Município de Campinas.....	51
5.1.1.1. Localização.....	51
5.1.1.2. Origem e ocupação histórica.....	53
5.1.1.3. Ocupação recente.....	55

5.1.1.4. Clima.....	58
5.1.1.5. Hidrografia.....	59
5.1.2. A Universidade Estadual de Campinas.....	65
5.1.2.1. A Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.....	65
5.1.2.2. O Sistema Escola de Tratabilidade de Águas e Resíduos.....	70
5.1.3. A Bacia do Ribeirão Anhumas.....	79
5.1.3.1. Localização.....	79
5.1.3.2. Unidades de planejamento.....	79
5.1.3.3. Uso e ocupação do solo.....	82
5.1.3.4. O Ribeirão Anhumas.....	85
5.2. Construção de cenários ambientais.....	106
5.2.1. Parâmetros analisados.....	106
5.2.2. Levantamento de dados de monitoramento do Ribeirão Anhumas.....	106
5.2.3. Análise do Plano Diretor de Esgotos de Campinas.....	107
5.2.4. Qualidade ambiental do Ribeirão Anhumas.....	111
5.2.4.1. Cenário histórico.....	112
5.2.4.2. Cenário atual.....	113
5.2.4.3. Cenário futuro tendencial.....	115
5.2.4.4. Cenário futuro ideal.....	115
5.2.4.5. Cenário futuro proposto.....	118
5.2.5. Método de valoração ambiental adotado.....	118
5.3. Simulação de cenários econômicos.....	120
5.3.1. Diagnóstico de consumo.....	120
5.3.2. Estimativa da vazão de reúso.....	123
5.3.3. Simulação dos valores das faturas de água.....	124
5.3.4. Simulação das despesas.....	126
5.3.5. Estimativa da vida útil do empreendimento.....	126
5.3.6. Simulação dos fluxos de caixa e cálculo dos indicadores econômicos..	126
<b>6. Conclusões.....</b>	<b>135</b>

<b>Anexos.....</b>	<b>139</b>
Anexo A – Ofícios encaminhados à SANASA para solicitação de dados.....	141
Anexo B – Seqüência de operação dos tanques de aeração.....	147
Anexo C – Definição e variação do Índice de Preços de Obras Públicas.....	149
Anexo D – Estimativa populacional de Campinas.....	151
Anexo E – Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas.....	153
Anexo F – Chuvas registradas em Campinas.....	159
Anexo G – Definição e variação da Taxa Selic.....	165
Anexo H – Rendimentos da poupança.....	167
Anexo I – Cotações médias do Dólar e do Euro.....	169
Anexo J – Exemplo de tabela para composição do fluxo de caixa.....	173
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>181</b>

## Lista de Figuras

5.1	Localização do Município de Campinas no Estado de São Paulo.	52
5.2	Evolução da área urbana do Município de Campinas.	56
5.3	Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.	61
5.4	Os recursos hídricos do Município de Campinas.	62
5.5	Microbacias Hidrográficas do Município de Campinas.	64
5.6	<i>Campus</i> da UNICAMP localizado no Distrito de Barão Geraldo.	66
5.7	Ponto de lançamento do esgoto <i>in natura</i> do Distrito de Barão Geraldo no Ribeirão das Pedras.	68
5.8	Localização esquemática da ETE na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.	71
5.9	Provável traçado da adutora entre a EEE e a ETE.	72
5.10	Fluxograma do sistema de tratamento proposto.	76
5.11	Limite da Bacia do Ribeirão Anhumas no Macrozoneamento de Campinas.	81
5.12	Uso das terras em Campinas.	84
5.13	Córrego Santa Marcelina.	86
5.14	Córrego Proença.	88
5.15	Córrego do Serafim.	90
5.16	Encontro do Córrego Proença com o Córrego do Serafim.	94

5.17	Formação do Ribeirão Anhumas.	95
5.18	Obras de construção da ETE Anhumas.	96
5.19	Trecho do Ribeirão Anhumas próximo ao Condomínio Alphaville.	97
5.20	Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão Anhumas.	99
5.21	Trecho do Ribeirão Anhumas após descarga do Ribeirão das Pedras.	101
5.22	Trecho do Ribeirão Anhumas próximo à Vila Holândia.	103
5.23	Trecho do Ribeirão Anhumas próximo à sua foz no Rio Atibaia.	105
5.24	Setores de esgotamento de Campinas.	109
5.25	Indicadores para o cenário B.	129
5.26	Indicadores para acréscimo de 6 % sobre o valor dos investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP.	130
5.27	Indicadores para acréscimo de 25 % sobre o valor dos custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP.	131
5.28	Comparação entre os indicadores para acréscimos de 6 % sobre o valor dos investimentos necessários à construção e de 25 % sobre o valor dos custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP.	133

## Lista de Tabelas

3.1	Exemplos de aplicação dos métodos da função de demanda.	23
3.2	Exemplos de aplicação dos métodos da função de produção.	28
3.3	Valores mensurados pelos métodos de valoração.	29
3.4	Principais características dos métodos estáticos para estudo de viabilidade econômica de investimentos.	33
3.5	Principais características dos métodos dinâmicos para estudo de viabilidade econômica de investimentos.	34
5.1	Crescimento populacional do Município de Campinas.	55
5.2	Afluentes das Bacias dos Rios Atibaia e Capivari e do Ribeirão Quilombo.	63
5.3	Características qualitativas dos esgotos brutos gerados na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.	73
5.4	Características qualitativas adotadas para os esgotos brutos gerados na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.	73
5.5	Serviços e preços referentes à construção da ETE da UNICAMP, com data base de dezembro de 2005.	77
5.6	Serviços e preços referentes à compra e à instalação dos equipamentos da ETE da UNICAMP, com data base de dezembro de 2005.	78
5.7	Atribuições das Macrozonas 1, 2, 3 e 4.	80

5.8	Ponto de monitoramento do Ribeirão Anhumas.	106
5.9	Parâmetros e indicadores de qualidade das águas monitorados pela CETESB.	107
5.10	Carga orgânica poluidora, de origem doméstica, gerada pelo Município de Campinas, entre 2000 e 2005.	108
5.11	Setores de esgotamento e respectivas unidades de tratamento de Campinas.	110
5.12	Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, entre 2000 e 2004.	112
5.13	Concentrações de DBO e de OD, referentes ao Ribeirão Anhumas, entre 2002 e 2004.	113
5.14	Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, em 2005.	114
5.15	Concentrações de DBO e de OD, referentes ao Ribeirão Anhumas, em 2005.	114
5.16	Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, entre 2006 e 2010.	115
5.17	Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, entre 2006 e 2010, para ETE Anhumas e ETE Barão Geraldo em operação.	117
5.18	Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, entre 2006 e 2010, para ETE da UNICAMP em operação.	118
5.19	Hidrômetros instalados na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.	121
5.20	Diagnóstico do consumo de água da SANASA da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.	122
5.21	Vazão de reúso para cada hidrômetro.	123
5.22	Valores aplicados para determinação da fatura de água em edifícios enquadrados na Categoria Pública no Município de Campinas.	124

5.23	Simulação dos valores das faturas de água da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.	125
5.24	Indicadores para os cenários A e B.	128
5.25	Indicadores para os acréscimos no valor dos investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP.	130
5.26	Indicadores para os acréscimos no valor dos custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP.	132

## Lista de Abreviaturas e Símbolos

ACON	Área de Urbanização Consolidada
APA	Área de Proteção Ambiental
ARU	Área com Restrição à Urbanização
AUC-N	Área de Urbanização Controlada Norte
B/C	Benefício-custo
CESET	Centro Superior de Educação Tecnológica
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CINFRA	Coordenadoria de Infra Estrutura
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COT	Carbono Orgânico Total
COTIL	Colégio Técnico de Limeira
COTUCA	Colégio Técnico de Campinas
CPQBA	Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas
DAP	Disposição a pagar
DAR	Disposição a receber
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DT	Diretoria Técnica

EEE	Estação Elevatória de Esgotos
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
FOP	Faculdade de Odontologia de Piracicaba
FUNCAMP	Fundação de Desenvolvimento da Unicamp
GPS	Global Positioning System
ICMS	Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
MAC	Método da Avaliação Contingente
OD	Oxigênio Dissolvido
ONU	Organização das Nações Unidas
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
PNB	Produto Nacional Bruto
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PUCAMP	Pontifícia Universidade Católica de Campinas
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SETAR	Sistema Escola de Tratabilidade de Águas e Resíduos
SNC	Sistema Nacional de Contabilidade
TIR	Taxa interna de retorno
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VE	Valor de existência
VERA	Valor econômico de um recurso ambiental
VNU	Valor de não-uso
VO	Valor de opção
VPL	Valor presente líquido
VPLU	Valor presente líquido unitário
VU	Valor de uso
VUD	Valor de uso direto
VUI	Valor de uso indireto

## **Resumo**

Machion, Ane Caroline Grisolio. **Valoração Ambiental e Análise de Viabilidade Econômica: o caso da Estação Escola de Tratamento de Esgotos da Universidade Estadual de Campinas.** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2006. 191 p. Dissertação de Mestrado.

Um dos problemas ambientais urbanos mais graves é a falta de tratamento do esgoto sanitário que, freqüentemente despejado *in natura* em corpos d'água, causa danos, por vezes irreversíveis, às reservas de água potável comprometendo e restringindo seu uso. A presente pesquisa tem como objetivos caracterizar os investimentos necessários à construção da Estação Escola de Tratamento de Esgotos da Universidade Estadual de Campinas aplicando-se um método de valoração ambiental e analisar a viabilidade econômica destes investimentos considerando-se o reúso do efluente tratado. A metodologia consiste em caracterizar o objeto de estudo e o seu entorno, construir cenários referentes à qualidade ambiental do rio receptor do efluente da UNICAMP e simular o fluxo de caixa para o cálculo dos indicadores econômicos.

Palavras Chave: Valoração Ambiental, Análise de Viabilidade Econômica, Estação de Tratamento de Esgotos.

## **Abstract**

Machion, Ane Caroline Grisolio. **Environmental Valuation and Analysis of Economical Viability: the case of School Wastewater Treatment Plant of State University of Campinas.** Campinas, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Urban Design, State University of Campinas, 2006. 191 p. Master in Science Dissertation.

One of the most serious urban environmental problems is the lack of sanitary wastewater treatment which frequently is discharged *in natura* in water bodies causing damages, sometimes irreversible, to potable water reservations compromising and restricting their use. The present research has as objectives to characterize the necessary investments for the building of School Wastewater Treatment Plant at State University of Campinas applying a valuation method and to analyze the economical viability of these investments considering the treated effluent reuse. The methodology consists in characterizing the object of study and its surrounding, to build sceneries referring to environmental quality of the receiver river of UNICAMP's effluent and to simulate the cash flow for the economic indicators calculation.

Keywords: Environmental Valuation, Analysis of Economical Viability, Wastewater Treatment Plant.

## **1. Introdução**

A exploração desmedida dos recursos naturais e o despejo abusivo dos dejetos resultantes do processo produtivo no meio ambiente vêm causando um grave estado de degradação. O próprio Homem passou a questionar a postura e o comportamento da sociedade humana. Inicia-se um longo processo de mudança, começando com a reflexão individual e contemplando, não somente a crise ambiental, mas também a crise de percepção e valores.

A compreensão e a busca da sustentabilidade tornaram-se imprescindíveis. Cresce a demanda por uma ética de desenvolvimento, na qual o fator econômico é apenas um dentro de todo um complexo de fatores sociais, políticos e culturais, e a melhoria da qualidade de vida e o respeito à dignidade do ser humano são fundamentais.

Neste contexto, um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável, devido ao aumento da população e à ausência de controle dos impactos das atividades humanas sobre o espaço natural, é o uso e a conservação dos recursos hídricos.

A poluição das águas tem contribuído de maneira significativa para agravar o problema da escassez deste recurso nas cidades brasileiras. O comprometimento da qualidade é causado, principalmente, pelo despejo de esgoto doméstico sem qualquer tipo de tratamento nos rios que são ou poderiam ser utilizados para o abastecimento.

Assim, a Universidade, como instituição, pelos seus fins de ensino, pesquisa e extensão é desafiada a cumprir um papel em prol das mudanças necessárias, seja disseminando o conhecimento, seja na busca de políticas e soluções referentes ao planejamento e gerenciamento internos.

O objetivo da presente pesquisa é aliar a análise ambiental à análise econômica tendo como objeto de estudo Estação Escola de Tratamento de Esgotos da Universidade Estadual de Campinas, cujo consumo de água e cuja geração de efluentes são comparáveis aos de um Município de pequeno porte. São levantadas questões relativas aos reflexos ambientais deste tratamento e à possível economia em caso de reúso do efluente tratado.

Além da compilação de informações esparsas em uma única monografia e da avaliação crítica dos dados, espera-se, ainda, que estas possam subsidiar a tomada de decisão por parte dos órgãos competentes, possibilitando a estes adotar e aplicar ao *campus* políticas ambientais voltadas à sustentabilidade pela concretização da intervenção proposta e/ou sugerida neste trabalho.

## **2. Objetivos**

Os objetivos estão divididos em Geral e Específicos.

### **2.1. Objetivo Geral**

Incorporar os métodos de valoração ambiental às tradicionais técnicas de análise econômica tendo como objeto de estudo a Estação Escola de Tratamento de Esgotos da Universidade Estadual de Campinas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- ❑ Caracterizar os investimentos necessários à construção da Estação Escola de Tratamento de Esgotos da Universidade Estadual de Campinas aplicando-se um método de valoração ambiental; e,
- ❑ Analisar a viabilidade econômica destes investimentos considerando-se o reúso do efluente tratado.

### **3. Revisão Bibliográfica**

#### **3.1. O surgimento de um novo paradigma**

Se por milhares de anos a questão foi como proteger os seres humanos das destruições da natureza, agora a questão passou a ser como proteger a natureza dos excessos dos Homens (WISHARD, 1997).

Neste contexto, a destruição ambiental tem como causas o individualismo, o sentimento de cobiça material, a ganância e a ilusão de que o Homem, espiritualmente ignorante, está destacado do meio ambiente podendo agir sobre este sem sofrer as conseqüências do que faz (AVELINE, 1999).

Maciel (2003) atenta para o surgimento de um novo paradigma, relativo ao Homem não ser mais visto de forma segmentada, mas integrado ao ambiente e suas variações. Por essas razões, é mais que evidente a necessidade de uma drástica e profunda mudança: a proposta de desenvolvimento como liberdade resgatando o Homem da síndrome econômica e capitalista que, durante muito tempo, priorizou o desenvolvimento como aumento de capital e não como melhoria da qualidade de vida para o Homem.

Segundo Rossetti (1983), nos últimos anos do século XIX e na primeira década do século XX, passaram a ser discutidas as bases de uma nova economia. A depressão dos anos 30 direcionou o interesse dos teóricos e dos formuladores de políticas econômicas à área dos fatores determinantes do equilíbrio macroeconômico. Assim, recentemente as linhas de investigação sobre as causas do processo de crescimento deram lugar à revelação e à análise de seus efeitos e custos sociais que, por sua vez, passaram a ser denominados de “externalidades<sup>1</sup> indesejáveis”, principalmente as relacionadas à degradação ambiental. A validade do crescimento também passou a ser discutida, além de examinados os limites à sua continuidade essencialmente determinados pela exaustão das reservas naturais não renováveis.

O ano de 1972 é destacado pelas Nações Unidas e pelos ambientalistas como o de início do conhecimento mundial sobre o termo desenvolvimento sustentável. Neste ano, o Clube de Roma publicou o relatório *The Limits of Growth* (Os Limites do Crescimento), que alertava para o fato de que a humanidade teria, obrigatoriamente, um limite de crescimento com o modelo econômico então praticado baseado no consumo exacerbado e altamente concentrado em poucas nações. Ainda em 1972, poucos meses depois, foi realizada a primeira reunião global sobre meio ambiente, em Estocolmo, Suécia. A Conferência produziu a Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, uma declaração de princípios de comportamento e responsabilidade que deveriam governar as decisões relacionadas a questões ambientais (IBAMA, 2005).

Também durante a Reunião de Estocolmo, de acordo com Santos (2004), criou-se o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) tendo por finalidade o gerenciamento das atividades de proteção ambiental.

Em 1982, foi publicado o documento chamado “Nosso Futuro Comum”, mais conhecido como “Relatório Brundtland”, elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, criada pelas Nações Unidas e presidida por Gro Brundtland, primeira-ministra da Noruega. O relatório Brundtland consolidava uma visão crítica do modelo de desenvolvimento

---

<sup>1</sup> Segundo Tolmasquim (1995) e Romeiro (2004), externalidades ambientais são os impactos do comportamento de um agente econômico (por exemplo, pessoas ou empresas) no bem-estar de outro. São chamadas positivas quando beneficiam, involuntariamente, o outro e negativas quando ocorre o oposto.

adotado pelos países industrializados e almejado pelas nações em desenvolvimento, ressaltando a incompatibilidade entre os padrões de produção e consumo vigentes nos países desenvolvidos, o uso racional dos recursos naturais e a capacidade de suporte dos ecossistemas. Conceituava como sustentável o modelo de desenvolvimento que “atendia às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. A partir de sua publicação, o “Nosso Futuro Comum” tornou-se referência mundial para a elaboração de estratégias e políticas de desenvolvimento eco-compatíveis (BRASIL / MRE, 2005).

Em 1992, representantes de vários países e Organizações Não-Governamentais se reuniram no Rio de Janeiro na II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano. Mais conhecido como Eco-92, o evento ambiental foi considerado o mais importante do século XX. Na ocasião, foram estabelecidos diversos acordos, protocolos, convenções e recomendações, ficando o mais importante deles conhecido como “Agenda 21” (SABESP, 2005a).

Em 1997, representantes das nações se reuniram na cidade de Kyoto, no Japão, para uma conferência que resultou na elaboração de um acordo global (Protocolo de Kyoto) que previa a redução de 5,2 % das emissões dos principais gases poluentes tendo como referência o nível registrado em 1990. O objetivo era fazer com que os países industrializados (os principais responsáveis pelo efeito estufa) reduzissem e controlassem a emissão de gases atingindo a meta até 2008-2012. Os países assumiram diferentes metas percentuais com a possibilidade de utilização de mecanismos flexíveis que serviriam, também, para abater as metas de carbono absorvidas nos chamados sorvedouros como, por exemplo, florestas e terras agrícolas. O Protocolo também previa penalidades para os países que não conseguissem cumprir a sua parte na meta. Uma das principais medidas para se atingir o resultado esperado era o investimento em formas alternativas de produção de energia. Este acordo apresentava-se como um importante mecanismo de reversão dos danos provocados pelo aquecimento global (SABESP, 2005b).

Em 2002, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu outro evento mundial para discutir sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável. A Rio+10 ou Eco-2002

ocorreu em Johannesburg, na África do Sul, com o objetivo principal de discutir e avaliar os acertos e falhas nas ações relativas ao meio ambiente mundial nos últimos dez anos. A partir da avaliação, estabeleceram-se metas para a próxima década. Paralelamente ao evento, ocorreu a conferência mundial das organizações não governamentais sobre meio ambiente e desenvolvimento social (SABESP, 2005a).

### **3.2. A busca por um modelo de desenvolvimento sustentável**

O desenvolvimento econômico baseado neste modelo de abundância industrial pode parecer, num primeiro instante, um grande benefício (àqueles que podem ter acesso a ele), mas, indiscutivelmente, corre contra o destino da humanidade se o objetivo for a sobrevivência como espécie por um período tão longo quanto seria viável em condições de baixa entropia<sup>2</sup>. Em meio a este paradoxo econômico é que se pode ter a idéia do preço que o homem tem que pagar pelo privilégio único de ultrapassar os limites biológicos em sua luta pela vida (GEORGESCU-ROEGEN, 1989).

Para May (1995), a definição dos limites dos impactos das atividades humanas numa intensidade julgada ecologicamente sustentável depende, primordialmente, da capacidade de suporte da Terra.

Stahel (1998) alerta para a inexistência de um consenso mínimo quanto ao verdadeiro significado do conceito de desenvolvimento sustentável, muito menos se há sentido dentro do capitalismo (atual configuração institucional e econômica). Isso por que a busca por um desenvolvimento sustentável está, de maneira implícita, permeando um desenvolvimento capitalista sustentável, pois discutir a questão ecológica ignorando os fundamentos materiais, institucionais e culturais da nossa sociedade resultaria, apenas, em um discurso fútil.

---

<sup>2</sup> A segunda lei da termodinâmica, a lei da entropia, especifica que a quantidade de energia não disponível de um sistema fechado aumenta continuamente ou que a ordem de um sistema tal se transforma, progressivamente, em desordem. Esta lei explica, portanto, porque a entropia se define, também, como uma medida de desordem, sendo a distinção entre energia livre e não disponível, evidentemente, a existência da influência do Homem (GEORGESCU-ROEGEN, 1989).

O autor analisa a dinâmica de funcionamento do capitalismo a partir da idéia de entropia proveniente da termodinâmica.

*“A atual crise ambiental e a busca de um desenvolvimento sustentável tornam urgente a inclusão da problemática da entropia no pensamento econômico, uma vez que o que ameaça a sustentabilidade do processo econômico é justamente a base material que lhe serve de suporte, bem como a capacidade do meio de absorver a alta entropia resultante do processo econômico.”* (STAHEL, 1998: 105).

Segundo Cavalcanti (1999), embora a atual teoria econômica abstraia completamente a realidade física da produção, os sistemas econômicos (estruturas dissipativas frente ao equilíbrio termodinâmico) fazem trocas de matéria e energia com o ambiente. Portanto, estes sistemas devem ter como referência justamente o ecossistema sobre o qual o funcionamento da economia causa impactos marcantes.

Por conta da exploração e do consumo excessivos de recursos, o crescimento econômico e populacional tem ocasionado pressões acentuadas e degradações nos sistemas ambientais refletidas nos vários tipos de poluição, mudanças climáticas regionais e globais, entre outros impactos. O estabelecimento de políticas para um desenvolvimento ambientalmente sustentável requer estratégias que levem em conta a conservação dos ecossistemas, pois todo sistema produtivo depende, direta ou indiretamente, dos recursos naturais. Desta forma, o respeito aos limites ambientais não representaria um obstáculo ao desenvolvimento (BIDONE *et al.*, 2004).

### **3.3. Economia do meio ambiente – estado da arte**

Segundo Tolmasquim (1995), a economia, disciplina marcada pela coexistência de muitos paradigmas, distingue-se pelas escolas neoclássica, keynesiana, institucionalista e marxista. Dentre estas, a que se consolidou como modelo dominante, quanto às questões microeconômicas, foi a teoria neoclássica, cuja análise está centrada no problema da alocação ótima de recursos.

O autor menciona que a economia do meio ambiente teve seu desenvolvimento em quatro principais direções:

- ❑ Elaboração de técnica de valoração em termos monetários dos problemas do meio ambiente e a aplicação da análise custo-benefício, que visa julgar a validade econômica de um projeto ou programa;
- ❑ Concepção e aplicação de ferramentas de políticas ambientais: abordagem por taxas e mercados de direito a poluir;
- ❑ Pesquisas sobre a dimensão internacional dos fenômenos políticos e ambientais; e,
- ❑ Reflexão sobre a construção de um processo de desenvolvimento sustentável, cujos objetivos, dentre outros, são a proteção dos recursos do planeta e a difícil tarefa de conciliar desenvolvimento e meio ambiente.

A economia como ciência tem desenvolvido, com o passar do tempo, diversas formas de análise do ambiente natural. Análise esta, que pode ser dividida em três fases (MATTOS; MATTOS, 2004):

- ❑ Economia de recursos naturais;
- ❑ Economia ambiental; e,
- ❑ Economia ecológica.

### **3.3.1. Economia de recursos naturais**

De acordo com Amazonas (2001), a economia de recursos naturais foi elaborada para tratar dos aspectos da extração e exaustão dos recursos naturais ao longo do tempo. Se um estoque de recursos naturais pode ser extraído hoje ou preservado para extração futura, a questão da utilização dos mesmos fica resumida a um problema de alocação intertemporal de sua extração a ser determinada com base na maximização dos ganhos obtidos com a extração do recurso ao longo do tempo, determinando-se, assim, o nível ótimo ou a taxa ótima de extração.

Difundida nas décadas de 1960 e 1970, enfatizava a maneira de utilização dos recursos naturais. O objetivo era alcançar o uso ótimo dos recursos renováveis e não-renováveis. No entanto, não houve sucesso na tentativa de se evitar a degradação. Recentemente, esta vertente tem aparecido vinculada aos trabalhos dos primeiros autores a se oporem à teoria do crescimento econômico associando uma visão de decrescimento à raridade dos recursos disponíveis para dar suporte à economia (MATTOS; MATTOS, 2004).

### **3.3.2. Economia ambiental**

Difundida na década de 1980, enfatizava a questão da poluição percebida como um efeito negativo do processo de produção e consumo, mas que podia ser tratado pelos vários meios de internalização de custos ambientais nos preços dos produtos (MATTOS; MATTOS, 2004).

Segundo Nunes Jr. (2003) e Romeiro (2004), sob esta ótica, os limites impostos pela disponibilidade de recursos naturais (associados ao fornecimento de matéria prima ao sistema econômico e ao potencial de absorção de rejeitos pela natureza) podem ser indefinidamente superados pelo progresso técnico que os substitui por capital produzido (ou capital humano), uma vez que as dificuldades inspirariam o desenvolvimento de inovações tecnológicas capazes de superar quaisquer restrições. A economia ambiental supõe, de maneira implícita, que o risco de perdas irreversíveis, ao longo do processo de ajuste, não é relevante.

De acordo com Romeiro (2004), os mecanismos fundamentais que garantem a ampliação indefinida dos limites ambientais ao crescimento econômico são principalmente os de mercado (insumos materiais e energéticos). Para os recursos ambientais transacionados no mercado, a escassez crescente de determinado recurso redundaria no aumento de seu preço, o que, por sua vez, induziria à introdução de inovações que permitissem poupá-lo através de sua substituição por outro recurso mais abundante. Entretanto, em se tratando de recursos naturais não transacionados no mercado, devido a sua natureza de bens públicos (ar, água, etc) e que prestam serviços ambientais como, por exemplo, assimilação de rejeitos, a escassez crescente não se traduz no aumento de preços, mas apenas em externalidades ambientais negativas.

O autor complementa que se esta externalidade negativa for conseqüência da degradação de um recurso ambiental de uso coletivo, caso em que não existem direitos de propriedade definidos sobre estes recursos, o agente prejudicado pode ser compensado ou indenizado por isso, havendo, nestes casos, necessidade de intervenção do Estado para efetuar a cobrança dos agentes poluidores, por intermédio de taxas, os valores atribuídos a estes recursos.

Segundo Comune (1994), o poder público pode intervir na qualidade do meio ambiente mediante a imposição de um sistema de normas que regulamentem as atividades dos agentes causadores de degradação. Mas os dois instrumentos mais freqüentemente aplicados pelas políticas ambientais são a regulamentação e a tributação.

Para Nunes Jr. (2003), dentre as críticas à postura da economia ambiental, destacam-se:

- Os avanços técnico-científicos não ocorrem no mesmo ritmo das demandas tecnológicas;
- Não se conhece totalmente a extensão do acúmulo dos efeitos negativos oriundos do sistema econômico; e,
- A possibilidade de irreversibilidade dos processos naturais apresenta-se como um fator ainda não dominado pela ciência.

### **3.3.3. Economia ecológica**

May (1995) descreve a economia ecológica como uma ciência que procura uma abordagem preventiva contra as catástrofes ambientais iminentes pregando a conservação dos recursos naturais sob uma perspectiva que leva em consideração as necessidades potenciais das futuras gerações. Esta abordagem presume que os limites ao crescimento embasados na escassez dos recursos naturais e sua capacidade de suporte são reais e não necessariamente superáveis por meio das inovações tecnológicas.

O autor destaca, no entanto, que para os economistas desta vertente serem eficientes, devem ter voz ativa junto aos tomadores de decisão e estarem abertos às negociações políticas relevantes. Isto porque, impreterivelmente, a estimação dos limites do ecossistema e a valoração dos custos e benefícios ambientais requerem a colaboração interdisciplinar para construir modelos para a previsão e construção de cenários alternativos.

Segundo Nunes Jr. (2003), sob esta ótica, o sistema econômico não deve ser compreendido isoladamente das relações energéticas que estão em seu entorno, pois o ecossistema e a economia realizam trocas de matéria, energia e informação. Assim, de acordo com os fundamentos da economia ecológica, o funcionamento do sistema econômico, considerado nas escalas temporal e espacial, deve ser entendido concomitantemente às propriedades do mundo biofísico no qual este sistema está inserido.

Desta forma, para o autor, a condição de restringir a eficiência econômica a condicionantes biofísicos determina que a eficiência econômica deve estar articulada à dinâmica do sistema natural priorizando, nesta relação, o dimensionamento da utilização dos recursos e da geração de rejeito pelo sistema econômico paralelamente à delimitação do fornecimento destes recursos e da capacidade de assimilação destes rejeitos pelo sistema natural. Ou seja, os economistas da linha ecológica consideram fundamental a capacidade de suporte do ecossistema e, em função desta, buscam definir os limites das atividades humanas dentro do que for considerado ecologicamente viável acrescentando, aos mecanismos tradicionais de alocação e distribuição, o conceito de escala no que se refere ao volume físico da matéria e à expansão econômica.

De acordo com Mattos e Mattos (2004), a análise ecológica representa uma evolução das anteriores, englobando a problemática da utilização dos recursos naturais e as externalidades do processo produtivo, enfatizando tanto o uso sustentável dos serviços e bens ambientais quanto a capacidade de assimilação pelos ecossistemas da carga imposta pelo sistema econômico e, finalmente, considerando os custos e benefícios do crescimento da atividade humana.

### **3.4. Por que valoração ambiental?**

De acordo com Comune (1994) e Marques (2001), o meio ambiente proporciona ao Homem bens e serviços descritos por: matéria-prima (traduzida em insumos para a economia), capacidade de assimilação (recebe, armazena e assimila os resíduos de produção e consumo), amenidade e estética (adequados a cumprir as necessidades de recreação), biodiversidade e serviços de suporte à vida humana. Ou seja, o meio ambiente desempenha funções de valor econômico positivo contribuindo para o desenvolvimento econômico e social.

Segundo Marques (2001), o uso excessivo dos recursos naturais, a exaustão da sua capacidade de assimilação e sua completa degradação, atingindo níveis de irreversibilidade podem ser conseqüências diretas da atribuição de valor nulo ao meio ambiente. Conseqüências estas que constituem prova incontestável de que a valoração dos serviços prestados ao Homem pelo ambiente não pode ser feita via mercado.

No entanto, May (2004) pondera sobre a existência de uma considerável dificuldade empírica de contabilização dos valores associados aos bens e serviços ambientais. Esta dificuldade aparece vinculada à incapacidade do mercado de sinalizar a escassez destes insumos e às divergências em torno de questões de equidade associadas à determinação de valor entre grupos sociais distintos envolvidos em um mesmo dano ambiental.

Por outro lado, de acordo com o referido autor, se a sociedade se compromete, valendo-se de processos políticos, com a criação de incentivos à conservação da natureza, cria-se valor em um conjunto não sinalizado pelo mercado. Assim, as tentativas de valoração dos serviços ambientais passam a ser vistas como o primeiro passo fornecendo parâmetros em direção à definição de incentivos para a manutenção dos serviços e bens ambientais.

### **3.5. Valor econômico de um recurso ambiental**

Segundo Motta (1998), o valor econômico de um recurso ambiental (VERA) é constituído do valor de uso (VU) somado ao valor de não-uso (VNU). O valor de uso subdivide-

se em valor de uso direto (VUD), valor de uso indireto (VUI) e valor de opção (VO). O valor de não uso é representado pelo valor de existência (VE). A representação do valor econômico de um recurso ambiental é, então, dada por:

$$VERA = VU + VNU \quad (3.1)$$

ou

$$VERA = (VUD + VUI + VO) + VE \quad (3.2)$$

Sendo:

VUD: determinado pela contribuição direta de um recurso natural para o processo de produção e consumo, na forma, por exemplo, de extração, visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto.

VUI: inclui os benefícios derivados basicamente dos serviços que o ambiente oferece ao processo de produção e consumo, ou seja, quando os benefícios atuais do recurso são derivados das funções ecossistêmicas.

VO: determinado pela quantia que os consumidores estão dispostos a pagar por um recurso natural não utilizado no processo de produção e consumo para evitar a ameaça à preservação deste recurso.

VE: expresso pelos indivíduos de acordo com a avaliação que fazem da singularidade e da irreversibilidade da destruição do meio ambiente, associadas à incerteza da extensão de seus efeitos negativos. Deriva-se da posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos recursos naturais, mesmo que estes não representem uso atual ou futuro para o indivíduo. Por vezes, o valor de existência pode representar o desejo do indivíduo de manter certos recursos ambientais para que as gerações futuras possam se beneficiar destes recursos.

### **3.6. Métodos utilizados para valoração ambiental**

De acordo com Merico (1996), não existe uma medida comum de valor para o ambiente natural através da qual seja possível padronizar objetos e situações avaliados. Sendo assim, a definição de valores monetários para os recursos naturais torna-se polêmica em relação a qual ou quais métodos seriam mais apropriados para serem amplamente seguidos. É claro que se por um lado esta padronização seria muito importante, por outro, a especificidade de ecossistemas e a infinidade de circunstâncias devem, de alguma maneira, ser respeitados.

Para Marques (2001), a maioria dos bens e serviços ambientais apresenta característica própria dos recursos naturais de propriedade comum e/ou livre acesso cujos direitos de propriedade não são claramente definidos e, portanto, esses bens e serviços não são transacionados no mercado. Logo, o valor econômico do meio ambiente não pode ser definido pelas relações de mercado e, por isso, algumas técnicas foram desenvolvidas com o objetivo de delegar valores apropriados aos bens e serviços oferecidos pelo ambiente natural.

Segundo o referido autor, estas técnicas procuram estimar os valores econômicos do meio ambiente, mesmo que na maioria das vezes seja impossível estimar separadamente as parcelas correspondentes ao valor de uso, valor de opção e valor de existência, já que um determinado recurso natural possuiria diferentes valores derivados de diferentes serviços por este recurso proporcionado.

Motta (1998) classifica os métodos de valoração ambiental em dois grupos:

- a) Métodos da função de demanda; e,
- b) Métodos da função de produção.

Os métodos do grupo (a) assumem que a variação da disponibilidade do recurso ambiental altera a disposição a pagar ou aceitar dos agentes econômicos em relação àquele recurso ou seu bem privado complementar estimando diretamente os valores econômicos (preços-sombra) baseados em funções de demanda para estes recursos. Estas funções de demanda

são derivadas de mercados de bens ou serviços privados complementares ao recurso ambiental ou mercados hipotéticos construídos especificamente para o recurso ambiental em análise. Com base nestas medidas de disposição a pagar (ou aceitar), estimam-se as variações do nível de bem-estar pelo excesso de satisfação que o consumidor obtém quando paga um preço (ou nada paga) pelo recurso abaixo do que estaria disposto a pagar. Estas variações são chamadas de variações do excedente do consumidor diante das variações de disponibilidade do recurso ambiental. O benefício (ou custo) da variação de disponibilidade do recurso ambiental será dado pela variação do excedente do consumidor medida pela função de demanda estimada para este recurso (MOTTA, 1998).

No caso do grupo (b), se o recurso ambiental é um insumo ou um substituto de um bem ou serviço privado, estes métodos utilizam-se de preços de mercado deste bem ou serviço privado para estimar o valor econômico do recurso ambiental. Desta forma, os benefícios ou custos ambientais das variações de disponibilidade destes recursos ambientais para a sociedade podem ser estimados. Com base nos preços destes recursos privados, geralmente admitindo que não se alteram diante destas variações, estimam-se indiretamente os valores econômicos (preços-sombra) dos recursos ambientais cuja variação de disponibilidade está sendo analisada. Ou seja, o objetivo é calcular o impacto de uma alteração marginal do recurso ambiental na atividade econômica utilizando como referência produtos no mercado que sejam afetados pela modificação no fornecimento do bem ambiental. Para isso, exigem o conhecimento da relação entre a alteração ambiental e o impacto econômico na produção, que pode ser calculado diretamente no preço de mercado do produto afetado ou em um mercado de bens substitutos (MOTTA, 1998; MAIA *et al.*, 2004).

Tendo como critério básico a relação entre o ativo ambiental e o mercado, Marques (2001) classifica os métodos de valoração dos benefícios ambientais em três grupos:

- a) Métodos que utilizam informações de mercado, obtidas direta ou indiretamente;
- b) Métodos baseados nas preferências e que, não havendo mercado, são averiguadas por meio de questionários ou das contribuições financeiras individuais ou institucionais feitas aos órgãos responsáveis pela preservação ambiental; e,

- c) Métodos que procuram identificar as alterações na qualidade ambiental, causadas por danos observados no ambiente natural ou constituídos pelo homem e na própria saúde humana, chamados de dose-resposta.

Os grupos (a) e (b) têm como objetivos expressar os valores em termos de disposição a pagar (DAP) pela melhoria da qualidade ambiental ou em termos de compensação em aceitar uma deterioração na qualidade ambiental, ou seja, disposição a receber (DAR). O grupo (c) tem maior embasamento em dados e informações técnicas e científicas não procurando, portanto, medir as preferências do indivíduo diretamente, mas sim estabelecer a relação entre a alteração ambiental e algum efeito na saúde nos ecossistemas naturais ou construídos pelo homem (MARQUES, 2001).

A seguir, apresenta-se uma breve descrição de alguns dos principais métodos para valoração ambiental.

### **3.6.1. Métodos da função de demanda**

#### **3.6.1.1. Avaliação contingente**

De acordo com Pearce e Turner (1990) e Marques (2001), este método procura acessar as preferências baseando-se em informações de mercados existentes ou mercados hipoteticamente construídos. A avaliação contingente utiliza uma abordagem direta através de perguntas a indivíduos sobre quanto estes estariam dispostos a pagar por um benefício e/ou quanto estariam dispostos a receber na forma de compensação para tolerar os danos da degradação ambiental.

O mercado artificialmente construído, o entrevistador, o questionário e o entrevistado devem simular uma situação muito próxima do real devendo, o entrevistado, possuir um bom nível de conhecimento sobre o serviço ambiental bem como os efeitos da degradação e os benefícios da preservação.

Motta (1998) esclarece, no entanto, que este método possui uma limitação em captar valores ambientais que indivíduos não entendem ou mesmo desconhecem. Existe a possibilidade de algumas partes do ecossistema não serem percebidas como geradoras de valor. Mas que podem, por outro lado, ser provedoras de condições necessárias para a existência de outras funções que geram usos percebidos pelo indivíduo. Nestes casos, o uso de funções de produção poderia ser mais apropriado. Assim, se as pessoas são capazes de entender claramente a variação ambiental que está sendo apresentada na pesquisa e não são induzidas a revelar sua disposição a pagar ou receber, considera-se a valoração contingente como método ideal.

Motta (1998) e Maia *et al.* (2004) mencionam que a utilização do MAC foi sendo reconhecida à medida que novos estudos aprimoraram a técnica e forneceram base para validação dos resultados sendo, atualmente, aceito por diversos organismos nacionais e internacionais e utilizado para avaliação de projetos causadores de grandes impactos ambientais. É o único método capaz de captar valores de não uso de bens e serviços ambientais apresentando-se flexível e adaptável à quase todos os casos de valoração ambiental. Exige, porém, cuidados especiais no planejamento e execução da pesquisa para que a análise das estimativas não seja comprometida.

### **3.6.1.2. Preços hedônicos**

De acordo com Merico (1996), neste método, utilizam-se preços de mercado para bens e serviços ambientais com o objetivo de se estimar um valor ambiental embutido no preço observado. Produtos diferenciados podem ser descritos pelas suas características que, por sua vez, são refletidas nos preços. Esta relação pode ser desenvolvida para aumentar os preços de imóveis em casos de boa qualidade ambiental ou paisagística e para diminuir os preços em casos de poluição ambiental ou obstrução de vistas.

Campos Jr. (2003) lembra, no entanto, que as premissas devem ser analisadas com cautela, pois o valor de uma propriedade depende de um grande número de variáveis como, por exemplo, infra-estrutura do imóvel e da região que interferem no processo de formação do preço

de um imóvel e que devem, sempre que possível, ser isoladas. Além disso, o potencial de utilização na avaliação de impactos ambientais eventuais pode não ser significativo, pois os prejuízos de curta duração não abalam de maneira intensa o valor das propriedades afetadas.

Estatisticamente, o método utiliza uma regressão de mínimos quadrados ordinários para ajustar o preço da residência às diversas características que possam inferir no seu valor. Fazem parte do modelo econométrico as características estruturais da residência, características ambientais, assim como índices sócio-econômicos da região. A função de preços hedônicos  $P$ , relacionando o preço de uma residência  $i$  às suas características, é expressa por (MAIA *et al.*, 2004):

$$P_i = P(R_i, SE_i, A_i) \quad (3.3)$$

Sendo:

$P_i$ : preço da residência  $i$ ;

$R_i$ : características estruturais da residência  $i$  (cômodos, área construída, etc);

$SE_i$ : características sócio-econômicas da região onde a residência está localizada (índices sociais, etnia, etc);

$A_i$ : características ambientais da região (poluição sonora, proximidade de parques, etc).

Se a disposição a pagar por uma residência for nula as disposições marginais a pagar pelas características associadas à residência também o serão. Assim, os proprietários apenas atribuem valores às características ambientais que estejam associadas aos preços de suas propriedades, impedindo a captação de valores não associados ao uso dos recursos ambientais.

Segundo Maia *et al.* (2004), ao assumir um mercado de residências, o método está supondo igualdade de informações entre os indivíduos e liberdade de escolha das residências em todo o mercado o que, na realidade, não acontece. Mesmo assim, o método de preços hedônicos pode fornecer uma boa estimativa caso a característica estudada seja mensurável e facilmente

detectada pelos proprietários que assim poderão expressar indiretamente sua disposição a pagar pelo recurso no preço de sua residência. Entretanto, numa situação onde indivíduos não tenham clara percepção sobre o recurso ambiental estudado, os preços das residências não refletirão a importância deste atributo ambiental não sendo, portanto, recomendado o uso deste método.

### **3.6.1.3. Custos de viagem**

De acordo com Merico (1996) e Maia *et al.* (2004), este método parte do pressuposto de que, da observação dos comportamentos, é possível obter-se a demanda e estimar-se o valor de um bem ambiental, principalmente pela valoração do tempo. O preço obtido pode ser interpretado como a “disposição a pagar” pelo direito de consumir o bem ou a utilidade recebida dele. Geralmente, aplica-se este método na valoração de patrimônios naturais de visitação pública como, por exemplo, parques, áreas de lazer, etc. Contabilizam-se o valor do tempo gasto pelos usuários para deslocamento e permanência no local, ingressos ao local (quando são cobrados) e gastos complementares. O total destes fatores caracteriza o custo de viagem.

Para Campos Jr. (2003), a aplicação do método pressupõe que os visitantes podem ser agrupados conforme as áreas de origem tendo igualdade de preferências. Considera também que as variações no custo de viagem interferem diretamente na disposição dos indivíduos em assumir estes gastos.

Segundo Maia *et al.* (2004), aplicam-se questionários com o objetivo de obter dados que possibilitem estabelecer uma relação entre a taxa de visitação e as variáveis de custo de viagem, tempo, taxa de entrada, característica socioeconômicas do visitante e outras variáveis que possam explicar a visita ao patrimônio natural. As entrevistas devem considerar os distintos períodos do ano evitando uma possível distorção associada ao procedimento estatístico. A taxa de visitação pode ser expressa em número de visitas pela população ou visitas por indivíduo num determinado período de tempo.

Outra possível distorção inerente ao método refere-se ao fato da distância de uma região ao patrimônio natural ser um fator preponderante para determinação da taxa de visitação dos moradores. Assim, para melhorar a precisão das estimativas, recorre-se à classificação dos indivíduos quanto sua zona de origem facilitando a obtenção de variáveis comuns a cada região.

A função  $V$ , relacionando a taxa de visitação de um patrimônio  $p$  ao custo de viagem de uma zona  $z$ , poderá ser expressa por:

$$V_{zp} = V(CV_{zp}, TE_p, SE_z) \quad (3.4)$$

Sendo:

$V_{zp}$ : taxa de visitação da zona  $z$  ao patrimônio natural  $p$ ;

$CV_{zp}$ : custo de viagem da zona  $z$  ao patrimônio  $p$ ;

$TE_p$ : tarifa de entrada ao patrimônio  $p$ ;

$SE_z$ : características sócio-econômicas da zona  $z$ .

A disposição a pagar do indivíduo será nula caso ele não visite o local ou, ainda, a utilidade marginal do recurso ambiental será nula caso o número esperado de visitas seja também nulo (MAIA *et al.* 2004).

Na Tabela 3.1, estão apresentados exemplos de aplicação dos métodos da função de demanda.

TABELA 3.1 – Exemplos de aplicação dos métodos da função de demanda.

<b>Métodos de valoração</b>	<b>Exemplos de aplicação</b>
<b>Avaliação contingente</b>	Levantamento de valores de não uso afetados pelo derrame do Exxon Valdez, ocorrido no Alasca, em 1989. Foram entrevistadas 1.043 residências sendo os resultados obtidos extrapolados para valores próximos à população dos EUA. O questionário buscava verificar o quanto a população estava disposta a pagar, em termos de aumento do preço do petróleo, para evitar a ocorrência de novos acidentes.
<b>Preços hedônicos</b>	Geração de indicadores de benefícios derivados do prazer estético proporcionado por uma floresta. Estes indicadores, por sua vez, refletem nos preços das propriedades próximas a esta floresta.
<b>Custos de viagem</b>	Análise do valor econômico de um parque urbano onde se observam constantes pressões para a conversão da área em outras atividades com fins comerciais. Evidenciam-se estimativas quanto aos valores atribuídos pelos indivíduos que usam a área com propósitos recreacionais e sociais.

Fonte: Motta (1998); Campos Jr. (2003).

### 3.6.2. Métodos da função de produção

#### 3.6.2.1. Mercado de bens substitutos

Segundo Merico (1996), este método pode ser aplicado quando uma mudança na qualidade ambiental ou na quantidade de recursos naturais afeta a produção ou a capacidade produtiva do processo econômico. A sustentabilidade do uso do recurso e a qualidade ambiental são tratadas como fatores de produção. Portanto, alterações nestes fatores acarretam mudanças na produtividade e/ou nos custos de produção que podem, conseqüentemente, provocar mudanças nos preços e nos níveis de produção.

Maia *et al.* (2004) complementam que a metodologia de mercado de bens substitutos parte do princípio de que a perda de qualidade ou escassez do bem ou serviço ambiental irá aumentar a procura por substitutos na tentativa de manter o mesmo nível de bem estar da população. No entanto, muitas vezes o preço de um produto afetado por uma alteração ambiental

não pode ser obtido diretamente podendo ser estimado por algum substituto existente no mercado.

No entanto, para os referidos autores, as propriedades e funções ambientais são extremamente complexas e pouco conhecidas para acreditar-se na possibilidade de uma eficiente substituição. A eficácia das estimativas dependerá principalmente do objetivo da pesquisa sendo, muitas vezes, suficiente para garantir, por exemplo, o uso sustentável de um recurso natural ou para evitar políticas de impactos ambientais.

Existem quatro técnicas derivadas do mercado de bens substitutos que serão apresentadas a seguir:

- ❑ Custos evitados ou gastos defensivos;
- ❑ Custos de controle;
- ❑ Custos de reposição; e,
- ❑ Custos de oportunidade.

### ***Custos evitados ou gastos defensivos***

Segundo Motta (1998) e Campos Jr. (2003), este método estima o valor de um recurso ambiental através dos gastos com ações defensivas, substitutas ou complementares, visando atenuar ou até mesmo evitar a ocorrência de danos que possam causar alterações das características ambientais.

De acordo com Campos Jr. (2003), os valores obtidos por este método refletem a importância atribuída aos benefícios de preservação do meio ambiente. Para a sua aplicação são necessários dados precisos sobre os gastos gerados pela mitigação ou pela prevenção.

De acordo com Maia et al. (2004), os custos evitados são, também, muito utilizados em estudos de mortalidade e morbidade humana. Em muitos destes estudos, o valor humano é estimado a partir dos ganhos previstos ao longo da vida do indivíduo, observando-se sua produtividade presente e sua expectativa de vida.

Os autores esclarecem, no entanto, que estas estimativas atribuem valores econômicos menores para os mais velhos e os mais pobres, valores nulos para os desempregados e inativos, além de ignorar as preferências dos consumidores.

### ***Custos de controle***

Segundo Motta (1998), freqüentemente empregado em contas ambientais associadas às contas nacionais, de forma a representar investimentos necessários para compensar o consumo de capital natural, estes custos representam os gastos necessários para evitar a variação do bem ambiental e garantir a qualidade dos benefícios gerados à população.

De acordo com Maia *et al.* (2004), por limitar o consumo presente do capital natural, o controle da degradação contribui para manter um nível sustentável de exploração permitindo o aproveitamento dos recursos naturais pelas gerações futuras. No entanto, as estimativas dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação apresentam-se como as maiores dificuldades deste método, pois os investimentos de controle ambiental tendem a gerar benefícios diversos sendo necessário um estudo muito rigoroso para determinação de todos estes. Na inexistência de um consenso quanto ao nível adequado de sustentabilidade, os indivíduos encontram sérias dificuldades para relacionar os custos aos benefícios marginais e determinar o nível ótimo de provisão do recurso natural.

### ***Custos de reposição***

Este método, de acordo com Merico (1996), avalia os gastos que seriam necessários para repor a capacidade produtiva de um recurso natural degradado. Estes custos podem ser traduzidos como o valor da degradação ambiental. Os custos de reposição seriam os valores reais, a preço de mercado, de alternativas tecnológicas capazes de (ao menos parcialmente) recuperar recursos que eventualmente tenham sido destruídos causando a diminuição no fluxo destes serviços.

Campos Jr. (2003) destaca, no entanto, que a aplicação deste método está limitada à possibilidade de medição da magnitude dos danos.

Segundo Maia *et al.* (2004), as estimativas baseiam-se em preços de mercado para repor ou reparar o bem ou serviço deteriorado adotando como pressuposto que o recurso ambiental possa ser precisamente substituído.

Mas, para os referidos autores, por maiores que sejam os gastos envolvidos na reposição, nem todas as complexas propriedades de um atributo ambiental serão repostas pela simples substituição do recurso. Assim, como nem todas as propriedades do bem ambiental podem ser completamente repostas, as estimativas tendem a ser subestimadas, mas já fornecem uma noção dos prejuízos econômicos causados pela alteração na provisão do recurso natural.

### ***Custos de oportunidade***

Este método, segundo Motta (1998), mensura as perdas de renda provocadas pelas restrições de produção e consumo de bens e serviços privados devido à preservação de recursos ambientais.

Maia *et al.* (2004) complementam, portanto, que este método avalia o custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam ser desenvolvidas em uma área de proteção ambiental, por exemplo. Estes custos referem-se às perdas econômicas da população em virtude das restrições de uso dos recursos ambientais. No entanto, embora desejável sob a ótica ambiental, a preservação causa um custo social e econômico que deve ser compartilhado entre os diversos agentes que se beneficiam dos benefícios da conservação.

Este método, por vezes, pode se apresentar bastante polêmico, pois, conforme exemplifica Motta (1998), não inundar uma área de floresta para geração de energia hidrelétrica significa sacrificar a produção desta energia. Por outro lado, Maia *et al.* (2004) alertam para alguns cuidados especiais que devem ser tomados na estimativa, como é caso de atividades insustentáveis que irão gerar danos irreversíveis e reduzir a oferta do bem ou serviço ambiental ao longo do tempo. Portanto, este fato deve ser considerado na estimativa dos custos de oportunidade destas explorações.

### 3.6.2.2. Produtividade marginal

De acordo com Merico (1996) este método avalia mudanças físicas na produção utilizando valores de mercado e incorporando-os na análise econômica. As mudanças de produtividade provocadas por impactos ambientais devem ser medidas na área em estudo e no seu entorno incluindo todas as externalidades derivadas destes impactos.

Maia *et al.* (2004) complementam que este método atribui um valor ao uso da biodiversidade relacionando a quantidade ou qualidade de um recurso ambiental diretamente a outro produto com preço definido no mercado. O recurso ambiental, no processo produtivo, é representado por uma função dose-resposta, que relaciona o nível de provisão do recurso ambiental ao nível de produção respectivo do produto no mercado. Esta função mede, então, a consequência sobre o sistema produtivo dada uma variação marginal no fornecimento do bem ou serviço ambiental e, a partir desta variação, estima o valor econômico de uso do recurso ambiental.

Campos Jr. (2003) destaca que para sua aplicação devem ser considerados:

- ❑ Os efeitos locais, bem como as externalidades do processo gerador do impacto;
- ❑ As consequências da não ocorrência do impacto devem ser consideradas possibilitando a correta estimativa do dano causado ou evitado;
- ❑ O período de tempo durante o qual ocorrerá a mudança gerada na produtividade deve ser estimado para evitar a sub ou a super estimativa dos efeitos do impacto; e,
- ❑ Os preços dos produtos ambientais afetados devem ser corretamente verificados no mercado.

Maia *et al.* (2004) esclarecem, portanto, que a construção da função dose-resposta envolve duas etapas básicas. A primeira exige a elaboração de uma função física dos danos, relacionando a dose de poluição ou degradação à resposta do ativo ambiental poluído ou degradado na produção e a segunda está relacionada à formulação de um modelo econômico que

meça o impacto financeiro destas alterações no processo produtivo. Há casos em que esta função exige a inclusão de múltiplas variáveis e um estudo de campo bem detalhado para conhecimento de todos os agentes que participam do processo.

Na Tabela 3.2, estão apresentados exemplos de aplicação dos métodos da função de produção. Na Tabela 3.3, estão relacionadas as parcelas do VERA aos métodos de valoração ambiental através dos quais são obtidas.

TABELA 3.2 – Exemplos de aplicação dos métodos da função de produção.

<b>Métodos de valoração</b>		<b>Exemplos de aplicação</b>
<b>Mercado de bens substitutos</b>	<b>Custos evitados</b>	Conjunto de ações de uma companhia petrolífera para evitar a ocorrência de derramamentos.
	<b>Custos de controle</b>	Quanto se deve gastar em controle de esgotos para evitar a degradação dos recursos hídricos.
	<b>Custos de reposição</b>	Reflorestamento de áreas desmatadas e fertilização para manutenção da produtividade agrícola em áreas onde o solo foi degradado.
	<b>Custos de oportunidade</b>	Benefícios de uma atividade de exploração de madeira em um parque ou reserva florestal com exploração proibida. No entanto, os benefícios ecológicos da preservação poderiam ser expressos pela renda gerada em atividades sustentáveis como o ecoturismo.
<b>Produtividade marginal</b>		Os manguezais são ecossistemas provedores de uma série de bens e serviços ambientais que, embora não apresentem preços de mercado, possuem valor econômico pela influência que exercem sobre os sistemas de produção ou consumo. Em caso de contaminação ou mesmo de destruição dos manguezais, ocorre queda na produção (venda) dos produtos de consumo possibilitando a estimativa do valor deste recurso fornecido gratuitamente pelo meio ambiente.

Fonte: Motta (1998); Campos Jr. (2003); Maia *et al.* (2004).

TABELA 3.3 – Valores mensurados pelos métodos de valoração.

Métodos de valoração		VU			VNU
		VUD	VUI	VO	VE
Função de demanda	Avaliação contingente				
	Preços hedônicos				
	Custo de viagem				
Função de produção	Mercado de bens substitutos	Custos evitados			
		Custos de controle			
		Custos de reposição			
		Custos de oportunidade			
	Produtividade marginal				

Fonte: Adaptado de Maia *et al.* (2004).

### 3.7. Aspectos macroeconômicos da valoração ambiental

A contabilidade de recursos naturais tem como objetivo introduzir o capital natural na análise macroeconômica trazendo, implicitamente, uma crítica ao modelo atual de contabilidade de renda nacional que considera apenas o fluxo monetário descuidando dos aspectos ambientais. Na verdade, todos os indicadores precisam de ajustes para que destes se possam obter informações mais próximas da realidade acerca da degradação e do consumo de bens e serviços naturais pelo processo econômico de produção.

Merico (1996) menciona que a contabilidade de recursos naturais é um eficiente instrumento para uma análise macroeconômica que, abrangendo as transformações qualitativas e quantitativas no capital natural, em um determinado tempo e espaço, ajuda na percepção das conseqüências ambientais do desenvolvimento. Além disso, quantificar o fluxo de matéria e energia que sai do sistema ecológico e vai para o subsistema econômico, através do balanço de reservas de capital natural, é uma tentativa de controlar os níveis de sustentabilidade viabilizando, assim, a construção de políticas econômicas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

Portanto, para o autor, sabendo que a macroeconomia é fortemente baseada nos indicadores macroeconômicos Produto Interno Bruto / Produto Nacional Bruto (PIB / PNB) para orientar a economia, é imprescindível estabelecer uma relação entre contabilidade de recursos naturais e Sistema Nacional de Contabilidade (SNC).

O PIB, afirma Stahel (1998), reflete, apenas, bens e serviços produzidos pela atividade humana e não o total de riquezas disponíveis. É importante que essa distinção fique bem clara ao se considerar que a produção humana é justamente uma série de externalidades negativas, cujo custo, em termos de bem-estar, geralmente supera o seu valor.

Segundo Carlo (2004), a produção de estatísticas econômicas tem sido desagregada da produção de estatísticas ambientais. No entanto, diante da crescente preocupação com os problemas ambientais e a conservação dos recursos naturais, a elaboração de informações que demonstrem mais claramente a relação entre crescimento econômico e a diminuição destes recursos associados à degradação do meio ambiente tem se mostrado de extrema importância. Ao mesmo tempo, o reconhecimento das limitações para integrar informações econômicas e ambientais abre portas para um outro desafio: o de conceber um sistema de informações abrangente e flexível capaz de agregar muitas funções como, por exemplo, a de valorar bens e serviços ambientais.

Neste contexto, Mueller (2004) atenta para a existência de divergências conceituais relativas às inter-relações entre os processos econômicos e o meio ambiente. Um economista da vertente ambiental, de orientação neoclássica, estaria basicamente interessado nos efeitos econômicos mais diretos e imediatos dos impactos ambientais partindo do pressuposto de que o meio ambiente é neutro e passivo e argumentando que os recursos naturais a serem considerados na medição dos fluxos para corrigir os valores dos indicadores convencionais seriam apenas aqueles transacionados em mercados. Por outro lado, um economista da vertente ecológica rejeitaria a hipótese de um meio ambiente neutro e passivo atentando para a expansão recente da escala da economia contemporânea e as suas conseqüências sobre o meio ambiente, potencialmente catastróficas em longo prazo. Assim, seriam necessárias informações acerca dos custos das externalidades ambientais e sobre os impactos ambientais mais remotos resultantes do processo de produção e consumo.

### 3.8. Estudo de viabilidade econômica

De acordo com Rocha Lima Jr. (1990), a decisão de fazer um empreendimento deve estar norteada em medidas de qualidade que possibilitem a caracterização deste através de modelos capazes de simular sua evolução.

Segundo o referido autor, cabe ao planejador zelar para que as distorções não assumam proporções que possam causar dúvidas associadas às informações extraídas do modelo a ponto de inviabilizar a tomada de decisão. Isto não significa que os modelos devam ser extremamente detalhados, pois quanto maior o nível de detalhamento, maior será a quantidade de informações necessárias à construção do cenário que, numa situação limite, pode inviabilizar a utilização do modelo para tomada de decisão.

Para Rocha Lima Jr. (1993), os modelos não reproduzirão exatamente o comportamento do empreendimento, mas a proximidade das condições de simulação está associada:

- À qualidade intrínseca como instrumento simplificador das relações entre as variáveis consideradas no processo;
- À capacidade dos sistemas de controle e programação da empresa, no desenvolvimento do empreendimento, vinculada à velocidade de detecção de desvios de comportamento em relação aos padrões utilizados para a tomada de decisão e ao potencial de correção de caminhos no processo produtivo, para contrabalançar esses desvios; e,
- À capacidade de monitoramento das variáveis de comportamento que estão fora do domínio do empreendedor, possibilitando a mudança de diretrizes do empreendimento para ajustá-lo ao verdadeiro andamento destas variáveis no sentido de aproximar aos níveis encenados na análise e que foram justamente os utilizados para tomada de decisão.

Hirschfeld (1998) define estudo de viabilidade de um empreendimento como sendo:

*“(...) o exame de um projeto a ser executado a fim de verificar sua justificativa, tomando-se em consideração os aspectos jurídicos, administrativos, comerciais, técnicos e financeiros.” (HIRSCHFELD, 1998: 16).*

O autor complementa, ainda, que a máxima eficiência técnica só pode ser atingida se demonstrada a máxima eficiência financeira e que, portanto, deve-se buscar a eficiência técnica da engenharia coerente com a eficiência financeira.

De acordo com Finck e Oelert (1985), os métodos para estudo de viabilidade de projetos podem ser divididos em estáticos e dinâmicos (estes últimos consideram o tempo nos valores dos pagamentos segundo a taxa de desconto).

As principais características de alguns métodos estáticos e dinâmicos estão apresentadas nas Tabelas 3.4 e 3.5, respectivamente.

Segundo Contador (2000), a decisão sobre a viabilidade de um projeto demanda a utilização de critérios e regras para que este projeto possa ser aceito, ou, no caso de comparação entre alternativas, além de aceitos, possam ser ordenados por preferência. Não há, porém, um critério único, aceito por empresários, acionistas, órgãos e instituições de financiamento e pelo meio acadêmico. Assim, dentre os diversos critérios existentes, destacam-se como principais:

- ❑ Retorno de investimentos (*payback*);
- ❑ Valor presente líquido (VPL);
- ❑ Valor presente líquido unitário (VPLU);
- ❑ Taxa interna de retorno (TIR); e,
- ❑ Relação benefício-custo (B/C).

Após a Tabela 3.5, apresenta-se uma breve descrição dos principais critérios aplicados em um estudo de viabilidade.

TABELA 3.4 – Principais características dos métodos estáticos para estudo de viabilidade econômica de investimentos.

<b>Método</b>	<b>Indicador de rentabilidade</b>	<b>Observações</b>
Cálculo comparativo de custos	Custos por unidade de tempo ou por unidade de produto	-
Comparação de anualidade de gastos (estático)	Custos por ano ou por unidade de produto	Método mais exato que o cálculo comparativo de custos.
Cálculo de rentabilidade (retorno de investimentos)	Rentabilidade (RE) ou <i>Return on investment</i> (ROI) $RE = \frac{U}{K_D} \times 100$ (% por unidade de tempo) <i>U</i> : benefício médio por unidade de tempo; <i>K<sub>D</sub></i> : capital médio investido por unidade de tempo.	Os resultados deste método podem ser interpretados como primeiras aproximações dos resultados da taxa interna de retorno.
Cálculo do período de amortização estático	Período de amortização ou <i>Payback</i> , <i>Payout</i> , <i>Payoff</i>	Da duração do período de amortização não se pode chegar a nenhuma conclusão sobre a viabilidade do projeto, somente podendo, então, este método ser aplicado complementarmente a outro. É útil em determinadas circunstâncias para avaliação dos riscos.

Fonte: Adaptado de Finck e Oelert (1985).

TABELA 3.5 – Principais características dos métodos dinâmicos para estudo de viabilidade econômica de investimentos.

<b>Método</b>	<b>Indicador de rentabilidade</b>	<b>Observações</b>
Valor presente	Valor capitalizado ( $V_0$ ) ou <i>Net present value</i> (NPV)	Quando se comparam diferentes alternativas com diferentes demandas de capital e vida útil, este método pode levar a decisões equivocadas. Nestes casos, a decisão deveria ser baseada no método de anualidades, menos problemático.
Taxa interna de retorno	Taxa interna de retorno (TIR) ou <i>Internal rate of return</i> (IRR)	-
Anualidades	Anualidade (AN)	Para evitar decisões equivocadas na comparação de projetos com diferentes gastos, é necessário examinar em que grau as diferenças de capital podem influenciar sobre o resultado da comparação.
Comparação de anualidades de gastos (dinâmico)	Custos por ano ou por unidade de produto	Quando os gastos anuais correntes permanecem constantes, os resultados dos métodos de comparação de gastos anuais estáticos e dinâmicos são iguais.
Cálculo do período de amortização dinâmico	Período de amortização ou <i>Payback</i> atualizado, <i>Payout</i> , <i>Payoff</i>	Da duração do período de amortização não se pode chegar a nenhuma conclusão sobre a viabilidade do projeto, somente podendo, então, este método ser aplicado complementarmente a outro. É útil em determinadas circunstâncias para avaliação dos riscos.

Fonte: Adaptado de Finck e Oelert (1985).

### 3.8.1. Retorno de investimentos (*payback*)

Segundo Hirschfeld (1998) e Contador (2000), o prazo de retorno ou método do prazo de recuperação do investimento fornece o número de períodos (anos, meses ou dias) necessários para o ressarcimento dos recursos gastos na implantação do projeto. Apresenta-se como um indicador de grande aceitação nos meios empresariais e não exige informações externas aos projetos.

Para Contador (2000), as vantagens deste critério são representadas pela sua simplicidade e pelo seu cálculo imediato. Os projetos são ordenados segundo o número de períodos necessários para recuperar os investimentos. Quanto menor o *payback*, maior a liquidez e menor o risco envolvido, ou seja, melhor o projeto.

Entretanto, o autor alerta para o fato de que este pode ser um indicador secundário, para auxiliar o processo decisório a desempatar entre diferentes alternativas embasadas em outros critérios e aponta as seguintes desvantagens:

- ❑ Não considera o valor ou os custos do recurso no tempo: o valor da moeda é constante no tempo, os fluxos futuros não são atualizados e os fluxos após o período de retorno são ignorados;
- ❑ Não esclarece, por si, o valor mínimo para o *payback* exigido para aceitação de projetos: mostra apenas que quanto menor o *payback* mais atrativo é o investimento;
- ❑ Ignora os problemas de escala: por ser uma relação entre os valores, não permite que se distinga a escala do investimento; e,
- ❑ Apresenta restrição de utilização em casos em que o projeto apresenta perfil menos convencional como, por exemplo, quando há necessidade de recomposição do investimento, por haver mais de uma mudança de sinal.

A principal imperfeição do *payback*, ou seja, a desconsideração do valor no tempo, pode ser corrigida por intermédio da atualização do fluxo de custos e benefícios através da taxa apropriada de desconto representando o *payback* atualizado (CONTADOR, 2000).

É calculado através da expressão (menor valor de  $n$  que satisfaz):

$$\sum_1^n \frac{B_n - C_n}{(1+i)^n} = I_0 \quad (3.5)$$

Sendo:

$I_0$ : Investimento inicial;

$B$ : benefícios;

$C$ : custos;

$i$ : taxa de juros ou taxa de desconto;

$n$ : número de períodos.

### 3.8.2. Valor presente líquido

De acordo com Hirschfeld (1998) e Contador (2000), o valor presente líquido ou valor atual líquido tem como objetivo determinar um valor no instante considerado inicial a partir de um fluxo de caixa formado por uma série de receitas e gastos. Em outras palavras, corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo de um projeto atualizados à taxa ou taxas adequadas de desconto (também chamadas de taxas mínimas de atratividade).

Para Contador (2000), este indicador apresenta como vantagem o fato de ser mais rigoroso e isento de falhas técnicas. O projeto será viável se apresentar VPL com sinal positivo. Assim, na escolha entre alternativas de projetos, a preferência recai sobre o que apresentar maior VPL positivo.

Segundo o autor, o VPL de um determinado projeto é função dos valores e formato assumidos pelo seu perfil e da taxa ou taxas de desconto. Em casos mais comuns, quando o fluxo é descontado a uma taxa uniforme e o projeto apresenta-se como “bem comportado”, o seu valor presente líquido é uma função decrescente da taxa de desconto.

É calculado através da expressão:

$$VPL = \sum_0^n F_n (1+i)^{-n} \quad (3.6)$$

Sendo:

*VPL*: valor presente líquido;

*i*: taxa de juros ou taxa de desconto;

*F*: valor envolvido no fluxo de caixa;

*n*: número de períodos.

### 3.8.3. Valor presente líquido unitário

Segundo Contador (2000), o valor presente líquido unitário corresponde à relação entre o valor presente líquido e a soma atualizada dos investimentos na implantação do projeto. O projeto é considerado viável se o indicador for positivo ou, dependendo da configuração, maior que um.

Para o autor, o VPLU não é um indicador seguro, dadas as falhas existentes:

- Semelhante ao *payback*, não discrimina as escalas dos projetos;
- As várias alternativas disponíveis para a sua composição, com vasta liberdade de escolha das parcelas que configuram, atualizadas no numerador e no denominador, fazem com que o indicador não seja único, bastando que os itens de despesas ou custos sejam deslocados do denominador para o numerador para que o indicador se altere.

É calculado através da expressão:

$$VPLU = \frac{VPL}{C} \quad (3.7)$$

Sendo:

*VPL*: valor presente líquido.

*C*: custos.

### 3.8.4. Taxa interna de retorno

De acordo com Hirschfeld (1998) e Contador (2000), taxa interna de retorno ou taxa de retorno de um fluxo de caixa descontado é a taxa de juros que iguala a zero o VPL de um projeto, ou seja, é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos benefícios de um projeto ao valor presente dos seus custos.

Segundo Contador (2000), este indicador tem grande utilização como parâmetro de decisão. Um determinado projeto é considerado viável se sua TIR for igual ou maior que o custo de oportunidade dos recursos para sua implantação.

Para o autor, a grande vantagem da taxa interna de retorno como indicador é o fato de dispensar informações externas ao projeto precisando, o analista, apenas conhecer o perfil do projeto e possuir resumido conhecimento sobre a taxa de juros ou o custo de oportunidade do capital. Entretanto, como uma desvantagem, este indicador pressupõe constante a taxa de desconto ao longo do tempo, o que, na realidade, dificilmente ocorre.

É calculada através da expressão (taxa em que):

$$VP_{Beneficios} = VP_{Custos} \quad (3.8)$$

Sendo:

*VP*: valor presente.

### **3.8.5. Relação benefício-custo**

De acordo com Hirschfeld (1998), a relação benefício-custo pode ser utilizada para quaisquer análises econômicas, pequenas ou grandes, públicas ou privadas sendo, no entanto, mais empregada em obras públicas, onde o prazo de duração é geralmente extenso. Pode, ainda, ser aplicada em qualquer instante considerado como, por exemplo, instante inicial zero, instante final  $n$ , ou instantes entre zero até  $n$ , considerando sempre os benefícios e custos no mesmo instante.

Para Contador (2000), embora seja o critério que mais apresente problemas, é bastante utilizado. Esse indicador consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Para ser viável, o projeto deve apresentar uma relação B/C maior que 1 e, quanto maior este valor, maior a sua atratividade.

É calculada através da expressão:

$$VP_{Benefícios} - VP_{Custos} \geq 0 \quad (3.9)$$

Sendo:

*VP*: valor presente.

## **4. Metodologia**

A metodologia utilizada na presente pesquisa constitui-se, basicamente, de três etapas:

- ❑ Caracterização do objeto de estudo e do seu entorno;
- ❑ Construção de cenários ambientais; e,
- ❑ Simulação de cenários econômicos.

### **4.1. Caracterização do objeto de estudo e do seu entorno**

Esta etapa da metodologia subdivide-se em:

- ❑ O Município de Campinas;
- ❑ A Universidade Estadual de Campinas; e,
- ❑ A Bacia do Ribeirão Anhumas.

#### ***O Município de Campinas***

A localização de Campinas foi definida com base em pesquisa realizada na rede mundial de computadores, a Internet.

Para identificar as alterações do meio ambiente causadas por atividades humanas e que afetam direta ou indiretamente o bem-estar da população, as condições estéticas e sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais, procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica e pesquisa realizada na Internet. Foram levantados dados referentes à origem e à ocupação histórica e recente de Campinas.

A qualidade ambiental dos recursos hídricos, dentre outros fatores, é altamente influenciada pelas chuvas. Enquanto grandes volumes de chuva contribuem para a diminuição da concentração de poluentes lançados sem tratamento nos corpos d'água, na ocorrência de baixas precipitações, por sua vez, há um comprometimento da capacidade de autodepuração e da manutenção das classes dos rios. O clima de Campinas foi definido com base em pesquisa realizada na Internet.

Conhecer a hidrografia de Campinas possibilitou compreender como os corpos d'água se interligam e, portanto, os efeitos negativos do lançamento dos esgotos sem tratamento nos corpos d'água. Para tanto, foram realizadas pesquisa na Internet, consulta a *folders* oficiais e pesquisa bibliográfica.

### ***A Universidade Estadual de Campinas***

A caracterização da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em termos de política educacional e subsídios para a sua operação, foi feita com base em pesquisa realizada na Internet. Após mencionar todos os *campi* da UNICAMP, enfocou-se a Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, cuja localização também foi definida com base em pesquisa realizada na Internet.

A origem da água consumida e o destino do efluente produzido no *campus* foram identificados consultando-se a Coordenadoria de Infra Estrutura (CINFRA) vinculada à Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”. Após verificar que o esgoto do *campus* era coletado pela empresa responsável pelo serviço de abastecimento de água, coleta, afastamento e tratamento do esgoto doméstico do Município de Campinas, encaminhou-se um ofício a esta

concessionária (Anexo A) solicitando dados referentes à rede de esgoto da região de localização da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”. A análise deste documento permitiu identificar qual o rio receptor deste efluente e o ponto exato do lançamento. A partir daí, procedeu-se ao registro fotográfico do local. As coordenadas geográficas foram obtidas com o auxílio de um aparelho *Global Positioning System* (GPS).

A descrição do Sistema Escola de Tratabilidade de Águas e Resíduos (SETAR) foi elaborada a partir do respectivo Memorial Descritivo. Após mencionar os objetivos do empreendimento, enfocou-se a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da UNICAMP. Considerando-se o fato de não ter sido construída, foram levantados dados referentes à sua localização prevista no *campus*, à vazão e às características dos esgotos a serem tratados, ao processo de tratamento proposto e à eficiência prevista para este tratamento. Este levantamento foi realizado a partir do respectivo Memorial de Dimensionamento Hidráulico.

Para o levantamento dos custos relativos à ETE, contactou-se a Diretoria Técnica (DT) da Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”. Verificou-se que o processo de licitação da obra da ETE da UNICAMP chegou a ser concluído. A composição dos custos foi, então, elaborada a partir dos orçamentos que embasaram este processo de licitação, disponibilizados pela DT. Houve a necessidade, no entanto, de atualização da data base desta documentação de setembro de 2001 para dezembro de 2005. A maneira como foi feita esta atualização encontra-se detalhadamente apresentada no item 5.1.2.2.

### ***A Bacia do Ribeirão Anhumas***

As características antrópicas, ou seja, as modificações impostas pelo Homem sobre o meio ambiente foram retratadas mediante o levantamento de dados referentes às unidades de planejamento, bem como os padrões de uso e ocupação do solo, presentes na bacia do corpo receptor do efluente da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”. Para tanto, foram realizadas pesquisa na Internet e pesquisa bibliográfica. Posteriormente, aliou-se, à descrição do caminho percorrido pelo Ribeirão Anhumas, o registro fotográfico de alguns pontos consensualmente considerados estratégicos pela pesquisadora e pelo seu orientador. As coordenadas geográficas foram obtidas com o auxílio de um aparelho GPS.

## 4.2. Construção de cenários ambientais

De acordo com Santos (2004), os cenários devem retratar um conteúdo concreto. Devem revelar o passado, o presente e o futuro sob a ótica das várias vertentes comprometidas no planejamento ambiental (técnica, comunitária e política).

Pressupõe-se que o entendimento do passado permite compreender o presente e indicar tendências e velocidades de transformações futuras no meio. Em outras palavras, a construção de cenários históricos é uma boa ferramenta de análise quando se deseja determinar causas e conseqüências. O cenário atual pode ser compreendido como a interpretação das correlações entre diversos fatores do meio físico e biótico, por exemplo. Os cenários futuros representam simulações de diferentes situações, prognósticos das condições ambientais em um tempo mais ou menos próximo.

Esta etapa da metodologia subdivide-se em:

- ❑ Seleção dos parâmetros analisados;
- ❑ Levantamento de dados de monitoramento do Ribeirão Anhumas; e,
- ❑ Análise do Plano Diretor de Esgotos de Campinas.

### *Seleção dos parâmetros analisados*

Os parâmetros analisados foram definidos com base em pesquisa bibliográfica.

De acordo com Von Sperling (1996), a matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma característica de fundamental importância sendo a responsável pelo principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica.

As duas principais categorias de métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica, ou do seu potencial poluidor são:

- Medição do consumo de oxigênio:
  - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); e,
  - Demanda Química de Oxigênio (DQO).
- Medição do carbono orgânico:
  - Carbono Orgânico Total (COT).

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A  $DBO_{5,20}$  é considerada como sendo a quantidade de oxigênio consumido durante um período de tempo de 5 dias, numa temperatura de incubação de 20°C.

### ***Levantamento de dados de monitoramento do Ribeirão Anhumas***

Inicialmente, considerou-se a possibilidade de obtenção dos dados de monitoramento do Ribeirão Anhumas junto à empresa responsável pelo serviço de abastecimento de água, coleta, afastamento e tratamento do esgoto doméstico do Município de Campinas, sendo, inclusive, encaminhado a esta empresa, um ofício solicitando estes dados (Anexo A). A resposta recebida constituiu-se de orientação para levantamento destes dados junto à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

Posteriormente, com base em pesquisa realizada na Internet, constatou-se que a CETESB divulga, anualmente, um Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, elaborado a partir da operação de uma rede de diversos pontos de monitoramento.

Esta Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo foi criada em 1974, em atendimento à Lei Estadual N° 118, de 29 de junho de 1973. A Portaria N° 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, em seu Artigo 19, também exige que os mananciais superficiais devem conter um plano de monitoramento compatível com a legislação vigente (CETESB, 2006a).

No documento divulgado anualmente pela CETESB, a avaliação da qualidade das águas está estruturada pela divisão das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) e pelos três usos preponderantes dos recursos hídricos: abastecimento público, proteção da vida aquática e balneabilidade. Embora sejam muitos os objetivos desta rede de monitoramento, os que possuem intensa relação com a presente pesquisa são:

- ❑ Avaliar a evolução da qualidade das águas interiores dos rios e reservatórios do Estado;
- ❑ Proporcionar o levantamento das áreas prioritárias para o controle da poluição das águas;
- ❑ Identificar trechos de rios onde a situação de degradação tenha atingido patamares que demandem a adoção de medidas preventivas e corretivas por parte da CETESB e de outros órgãos como a construção de estações de tratamento de esgotos pelos municípios ou a adequação de lançamentos industriais.

### ***Análise do Plano Diretor de Esgotos de Campinas***

Os dados referentes ao Plano Diretor de Esgotos de Campinas foram obtidos a partir de pesquisa realizada na Internet.

Os dados levantados foram organizados em planilhas eletrônicas e tabelas para a construção dos cenários ambientais apresentados nos itens 5.2.4.1, 5.2.4.2, 5.2.4.3, 5.2.4.4 e 5.2.4.5. A carga poluidora potencial foi calculada de acordo com o documento divulgado anualmente pela CETESB (citado anteriormente). A carga poluidora potencial lançada no Ribeirão Anhumas foi estimada de acordo com a Análise do Plano Diretor de Esgotos de Campinas.

### **4.3. Simulação de cenários econômicos**

Após identificar a origem da água consumida no *campus*, consultou-se, novamente, a CINFRA para verificar, também, a ordem de grandeza dos gastos relativos a cada uma destas parcelas. Estes dados serviram de base para direcionar a análise de viabilidade econômica à opção que possibilitasse uma maior economia em termos financeiros.

Esta etapa da metodologia subdivide-se em:

- ❑ Diagnóstico de consumo;
- ❑ Estimativa da vazão de reúso;
- ❑ Simulação dos valores das faturas de água;
- ❑ Simulação das despesas;
- ❑ Estimativa da vida útil do empreendimento; e,
- ❑ Cálculo dos indicadores econômicos.

Vale ressaltar que esta seqüência foi aplicada por Ywashima (2005). A pesquisadora desenvolveu, em sua Dissertação de Mestrado, uma análise de viabilidade econômica referente à instalação de tecnologias economizadoras em pontos de consumo de água. Houve a necessidade, no entanto, de algumas adaptações para sua utilização na presente pesquisa.

#### ***Diagnóstico de consumo***

O diagnóstico de consumo foi feito com base na observação das faturas de água da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” referentes a 2004 e 2005. Estes documentos foram disponibilizados pela CINFRA. Os registros referentes a cada um dos hidrômetros, durante os dois anos, foram organizados em planilhas eletrônicas. Consta, no item 5.3.1, um exemplo numérico de como foram obtidos os resultados apresentados.

### ***Estimativa da vazão de reúso***

A vazão de reúso foi estimada considerando-se o Memorial de Dimensionamento Hidráulico da ETE da UNICAMP. Consta, no item 5.3.2, um exemplo numérico de como foram obtidos os resultados apresentados.

### ***Simulação dos valores das faturas de água***

Esta simulação foi elaborada a partir do diagnóstico de consumo e da estimativa da vazão de reúso. Considerando-se a estrutura de preços aplicada a Campinas, obtida a partir de pesquisa realizada na Internet, as faturas foram calculadas sem e com a possibilidade de reúso com o auxílio de planilha eletrônica. A diferença entre os valores obtidos foi interpretada como sendo a economia proporcionada pela utilização de efluente tratado. Consta, no item 5.3.3, um exemplo numérico de como foram obtidos os resultados apresentados.

### ***Simulação das despesas***

Para esta simulação, foram considerados os investimentos necessários à construção e os custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP, mencionados anteriormente.

### ***Estimativa da vida útil do empreendimento***

A estimativa da vida útil do empreendimento visa determinar o número de entradas (receitas) e/ou saídas (despesas) no fluxo de caixa, visto que a obra executa as funções para as quais foi projetada até um determinado período depois de iniciada a sua operação.

Para esta pesquisa, a vida útil foi considerada como sendo o período em que o empreendimento funciona em perfeitas condições, sem a necessidade de grandes reparos. Para esta estimativa, foram consultados especialistas no assunto em questão.

Além disso, vale ressaltar que no caso de uma estação de tratamento de esgotos, a vida útil deve contemplar, também, a demanda para a qual foi projetada. No caso da UNICAMP, o período de projeto foi favorecido por uma série de atividades desenvolvidas dentro do Programa de Conservação de Água da UNICAMP. Este programa tem, como maior objetivo, o uso racional da água nos edifícios localizados na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”. Para tanto, desenvolve ações, dentre outras, de detecção e conserto de vazamentos e de instalação de componentes economizadores. Assim, um menor consumo de água, propiciado pela gestão de demanda, tem como consequência direta, no caso da presente pesquisa, uma menor geração de esgotos, aumentando, portanto, a vida útil do empreendimento, em termos de suprimento de demanda.

### ***Cálculo dos indicadores econômicos***

Os dados até então levantados foram organizados em planilhas eletrônicas de maneira a representar a simulação dos cenários econômicos. As expressões para o cálculo dos indicadores encontram-se nos itens 3.8.1, 3.8.2, 3.8.3, 3.8.4 e 3.8.5. As planilhas eletrônicas possuem funções para o cálculo do VPL e da TIR.

No caso do critério benefício-custo, é importante mencionar que os valores dos benefícios intangíveis, como por exemplo, o treinamento fornecido aos operadores de sistemas de tratamento de água para abastecimento, de esgotos e águas residuárias e de resíduos sólidos e o aprimoramento do ensino de Engenharia em níveis de Graduação, Pós-Graduação e Especialização, não foram considerados para o cálculo dos indicadores, tendo em vista a difícil mensuração monetária destes valores. Os benefícios ambientais já foram tratados nos respectivos cenários.

Vale ressaltar, no entanto, que cabe ao investidor, quem paga ou quem decide sobre a utilização do capital, definir quais os critérios de decisão de viabilidade do empreendimento como, por exemplo, taxas mínimas de atratividade, período máximo para a recuperação do investimento, entre outros.

## **5. Resultados e Discussão**

### **5.1. Caracterização do objeto de estudo e do seu entorno**

#### **5.1.1. O Município de Campinas**

##### **5.1.1.1. Localização**

Campinas está localizada a, aproximadamente, 100 km da Capital do Estado de São Paulo (Figura 5.1). O Município possui, entre urbana e rural, uma área total de 796,4 km<sup>2</sup>. Sua altitude média é de 680 metros acima do nível do mar e suas coordenadas geográficas são: Latitude S 22°53'20" e Longitude O 47°04'40" (PMC / SEPLAMA, 2005a).



FIGURA 5.1 – Localização do Município de Campinas no Estado de São Paulo.

Fonte: Adaptado de PMC / SANASA (2003a).

### **5.1.1.2. Origem e ocupação histórica**

A origem de Campinas remonta ao início do século XVIII, época em que o lugar era um pouso nas rotas São Paulo - Goiás e São Paulo - Mato Grosso, para entradas e bandeiras e, posteriormente, para mascates, tropeiros, comerciantes e soldados que, segundo Frischenbruder (2001), encontravam formas relativamente planas, com vegetação de campina e abundância de nascentes presentes na área.

Este pouso, utilizado como caminho entre as Vilas de Jundiaí e Mogi-Mirim, ficou conhecido como “Campinas do Mato Grosso” em razão de três pequenos descampados ou “campinhos” em meio à mata (EMBRAPA, 2005a; PMC / SEPLAMA, 2005a).

Em 1772, foi solicitada licença para a construção de uma capela devido à grande distância entre este povoado e Jundiaí. Em 1773, foi autorizada a construção da Igreja Paroquial de Nossa Senhora da Conceição, ao invés de uma simples capela. Esse fato contribuiu para que o governador da Capitania de São Paulo outorgasse a fundação do núcleo urbano (EMBRAPA, 2005a).

Oficialmente, considera-se como data de fundação da cidade de Campinas, 14 de julho de 1774, quando foi celebrada a primeira missa no lugarejo (EMBRAPA, 2005a, PMC / SEPLAMA, 2005a).

A economia do Município foi marcada, primeiramente, pela lavoura canavieira e pela indústria açucareira. Neste período, a cidade ficou conhecida como o maior centro escravocrata da Província (EMBRAPA, 2005a).

Em 1797 é fundada a Vila de São Carlos que possuía uma população de, aproximadamente, 2.100 habitantes. Inicia-se o período de desenvolvimento urbano da região, quando, então, expandem-se os latifúndios e cresce a população escrava, com o comércio sendo ampliado e a produção, destinada ao mercado externo (FRISCHENBRUDER, 2001).

Embora conste como oficial o ano de 1774, apenas em 1842, a Vila de São Carlos foi elevada à categoria de cidade de Campinas (FRISCHENBRUDER, 2001).

Durante a primeira metade do século XIX, houve uma transição em que a lavoura canavieira foi substituída pela cultura do café que, por sua vez, propiciou expressivo estímulo a Campinas com a chegada dos imigrantes europeus e com investimentos em vários setores urbanos, inclusive no setor cultural (EMBRAPA, 2005a).

A partir de 1850, a cafeicultura, que demandava máquinas e equipamentos para sua produção e seu beneficiamento, trouxe consigo a industrialização havendo, também, neste período, a diversificação do comércio local, bem como a oferta de serviços como, por exemplo, restaurantes de culinária européia, além de novidades tecnológicas sendo as principais o telefone e a luz elétrica (FRISCHENBRUDER, 2001).

*“Novos processos de ocupação, criação de novas ruas, e intensificação progressiva do tráfego urbano foram elementos representativos de uma economia que se urbanizava e se modernizava, expandindo-se crescentemente, e resultantes da diversificação interna de atividades e concepções, orientadas pela elaboração de um discurso relativo à vida urbana, moderna e progressista.”* (FRISCHENBRUDER, 2001: 154).

A partir de 1870, o processo de desenvolvimento começa a enfrentar os primeiros obstáculos antrópicos (parque ferroviário) e naturais (rios, nascentes e áreas de inundação). Algumas das barreiras naturais são dominadas ou contidas por obras de saneamento viabilizando, assim, o uso de terras até então inabitáveis (FRISCHENBRUDER, 2001).

Segundo a referida autora, em 1889 eclode a epidemia de febre amarela, persistindo até 1896. Na época, foi atribuída ao acúmulo de lixo e à abundância de áreas úmidas provocadas pela inundação de córregos marginais ao perímetro da cidade. Passado este período, houve a elaboração de regulamentos de caráter higienista, além de grandes investimentos na implantação de obras sanitárias. A partir daí, a implantação e a gestão de serviços e de infra-estrutura foram transferidos ao setor estatal e a organização do espaço urbano seria dirigida, também, pela Companhia Campineira de Águas e Esgotos. A epidemia de febre amarela deu origem, ainda, à elaboração de um amplo e rígido aparato legal para controle das edificações e da ocupação do espaço urbano, quando foram publicadas, oficialmente, leis e resoluções entre 1890 e 1896.

### 5.1.1.3. Ocupação recente

O início do século XX caracterizou-se pelo crescimento da população urbana e pelo início do processo de industrialização que ocorreu paralelamente à expansão do café. O enfraquecimento da cultura cafeeira, em 1929, com a crise da bolsa de Nova York, bem como sua posterior decadência, contribuíram para a intensificação deste processo. Nesta época, em decorrência do alto custo das propriedades no centro, surgem novos loteamentos e bairros periféricos, onde se instalava a mão-de-obra oriunda das áreas rurais em busca de emprego (BRIGUENTI, 2005).

Até a década de 1950, foram cumpridas obras viárias e adequação da cidade aos automóveis, iniciando-se o seu período contemporâneo, no qual os problemas urbanos são similares aos de qualquer cidade grande. A partir da década de 1950, o crescimento demográfico de Campinas sofre um processo de intensificação (Tabela 5.1) e sua população praticamente dobra a cada década, com exceção da década de 90. Na Figura 5.2, é possível visualizar a pequena expansão urbana ocorrida entre 1900 e 1950 quando comparada ao perímetro urbano em 1994 (FRISCHENBRUDER, 2001).

TABELA 5.1 – Crescimento populacional do Município de Campinas.

Ano	População (habitantes)	Crescimento (%)	Nº de anos
1940	129.940	-	-
1950	152.547	17,40	10
1960	219.303	43,76	10
1970	375.864	71,39	10
1980	664.559	76,81	10
1991	847.595	27,54	11
2000	969.396	14,37	9

Fonte: IBGE (2005); PMC / SEPLAMA (2005b).

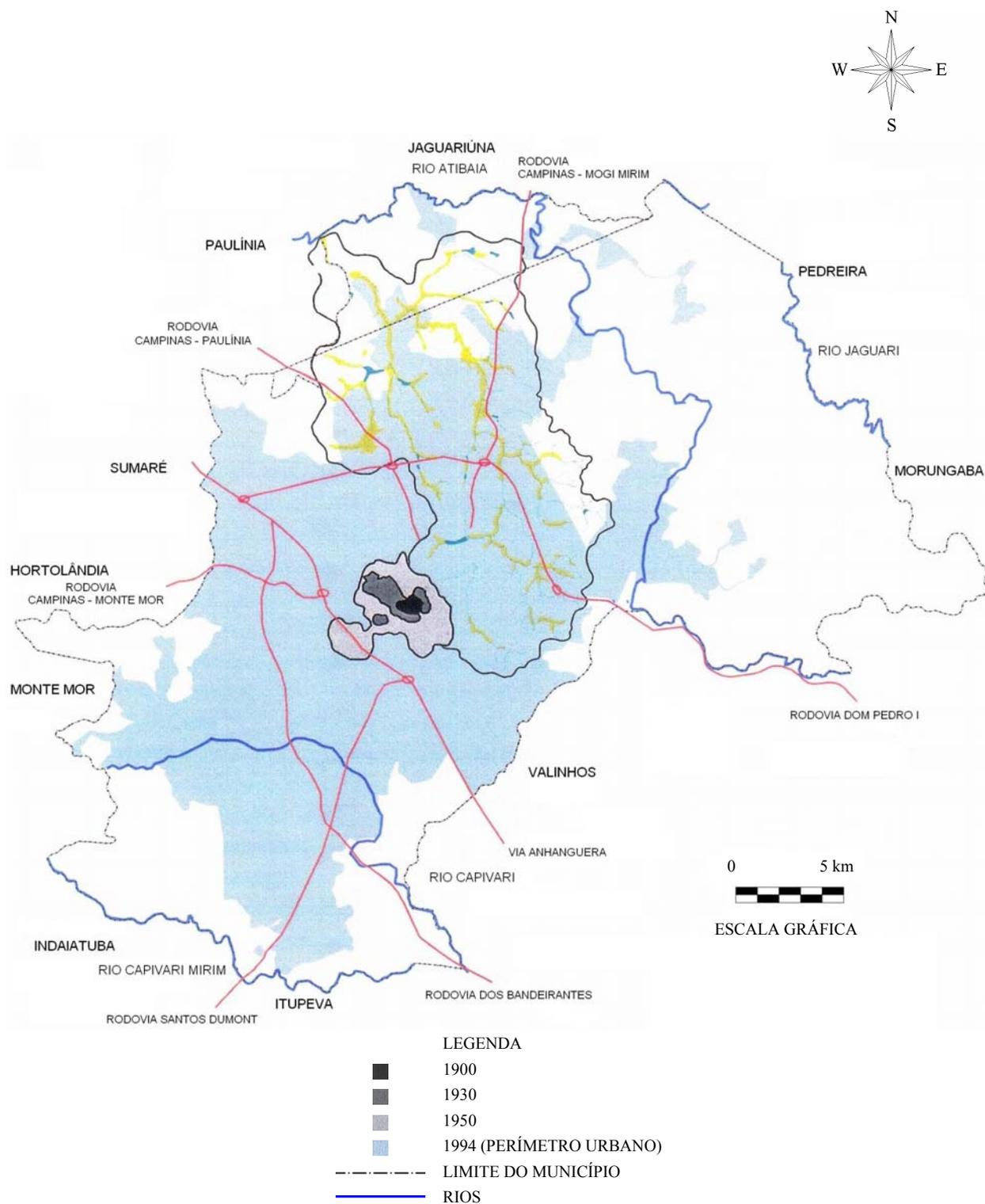


FIGURA 5.2 – Evolução da área urbana do Município de Campinas.

Fonte: Adaptado de Frischenbruder (2001).

Nas décadas de 1950 e 70, os processos de modernização da agricultura reduzem a oferta de emprego e aumentam o fluxo de contingentes populacionais às cidades. Campinas, em função da importância que exerciam a indústria e o comércio nas economias regional e nacional, atraía mão de obra qualificada e não qualificada, acentuando o desequilíbrio social que, por sua vez, refletiu-se na deterioração das condições ambientais e nos padrões de vida da cidade (BRIGUENTI, 2005).

Entre as décadas de 1960 e 70, desenvolvem-se processos de interiorização da indústria, como uma tentativa de contornar as crescentes dificuldades encontradas na Região Metropolitana de São Paulo. Isso foi possível graças a algumas condições favoráveis desenvolvidas no interior do Estado de São Paulo como, por exemplo, malha urbana, infra-estrutura viária e de serviços básicos e mercado de trabalho estruturado (FRISCHENBRUDER, 2001).

A década de 1970 foi o período mais intenso da industrialização e da urbanização, no qual, acentuou-se o processo de ocupação das áreas mais periféricas do Município com o aumento de novos loteamentos, marcados pela precariedade de infra-estrutura, principalmente para a população de baixa renda (BRIGUENTI, 2005).

*“Esse crescimento econômico e populacional, a diversificação das atividades econômicas, os fluxos migratórios em direção às cidades, que aí impulsionam o crescimento espacial das áreas urbanizadas, a ampliação dos setores médios da população e crescimento de oportunidades também para setores mais pobres, começam a declinar em meados da década de 1970, quando começarão a ficar mais marcadas e explícitas as distorções presentes nas políticas de crescimento dos anos anteriores, e as carências sociais resultantes desse processo, além das distorções incluídas em relação às condições da urbanização, quanto à qualidade de vida e do padrão urbano vigente até 1960.”* (FRISCHENBRUDER, 2001: 167).

Neste contexto, o meio ambiente começou a atrair atenção pela maneira como vinha sofrendo as conseqüências do crescimento industrial e da expansão e do adensamento tanto das áreas urbanas quanto periféricas. Os aspectos referentes à coleta, ao tratamento e ao destino dos resíduos não efetivamente contemplados e adequadamente implementados potencializaram os problemas de poluição do ar, do solo e da água.

A década de 1980 pode ser caracterizada pela significativa redução dos padrões de crescimento econômico. Na época, persistia um cenário de pressão inflacionária e de transição do governo militar para o civil. O peso das distorções do processo de desenvolvimento urbano e social das décadas anteriores, principalmente de 60, começava a ser sentido (FRISCHENBRUDER, 2001).

A partir do início da década de 1990, Campinas começa a ser marcada por uma grande contradição, reflexo do imenso abismo social que separa os grandes contingentes de baixa renda de uma sofisticada e diversificada estrutura de atividades industriais, comerciais e de prestação de serviços.

O Município e a região de Campinas tiveram o seu aspecto econômico drasticamente transformado nas duas últimas décadas. Com a dinâmica econômica e demográfica de Campinas e região, ocorreram mudanças significativas das características da cidade e da região em seu entorno, surgindo, daí, a região metropolitana de Campinas, formada pelos seguintes municípios: Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara d'Oeste, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo (PMC / SEPLAMA, 2005a).

#### **5.1.1.4. Clima**

O clima da região campineira é classificado como mesotérmico, apresentando duas estações bem definidas, com período chuvoso entre outubro e março e período seco entre abril e setembro (EMBRAPA, 2005b; SANASA, 2005a).

A precipitação média anual é de 1.380 mm sendo 75 % desta distribuída ao longo do período chuvoso. O período quente ocorre de outubro a abril apresentando, o mês mais quente, média superior à 22°C. O período frio ocorre de maio a setembro apresentando, o mês mais frio, média inferior à 18°C. A umidade relativa do ar (média anual) é de 72,1 % e o período médio de insolação no ano é de 2.628 horas.

O clima de Campinas sofre fortes influências das massas de ar Equatorial Continental, Tropical Atlântica e Polar Atlântica (EMBRAPA, 2005b; SANASA, 2005a).

#### **5.1.1.5. Hidrografia**

Campinas, junto a mais 56 municípios, compõe a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 05 (UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari e Jundiaí). Esta localiza-se na região leste do Estado de São Paulo, como pode ser visto na Figura 5.3, desde a divisa com o Estado de Minas Gerais até o Reservatório da Usina de Barra Bonita, no Rio Tietê, numa extensão retilínea de, aproximadamente, 230 km (CBH-PCJ, 2005).

Ao Norte, Campinas é atravessada pelo Rio Jaguari e pelo Rio Atibaia (Figura 5.4), formadores do Rio Piracicaba, a partir das suas confluências no Município de Americana (Figura 5.3). A Oeste, destaca-se o Ribeirão Quilombo, cujas nascentes se encontram entre os bairros do Chapadão e dos Amarais (Figura 5.4), indo desaguar na margem esquerda do Rio Piracicaba após atravessar os municípios de Sumaré, Nova Odessa e Americana (Figura 5.3). Ao Sul, Campinas é atravessada pelo Rio Capivari (Figura 5.4), afluente direto do Rio Tietê, após percorrer os municípios de Monte Mor, Capivari, Rafard e Mombuca (Figura 5.3).

Esta rede de drenagem pode ser melhor interpretada, em termos de condições ambientais, se relacionada às suas bacias hidrográficas que, por sua vez, permitem que se estabeleça uma relação causa-efeito entre seus elementos e processos. Consensualmente, a degradação dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica está rigorosamente relacionada aos padrões de ocupação que a mesma apresenta. Desta forma, a caracterização do estado dos

elementos que fazem parte da bacia, bem como os diversos padrões de ocupação e pressão, facilita a compreensão de processos impactantes permitindo, também, de maneira mais objetiva, avaliar a qualidade ambiental nela existente (BRIGUENTI, 2005).

As seis principais bacias hidrográficas de Campinas são apresentadas na Figura 5.5.

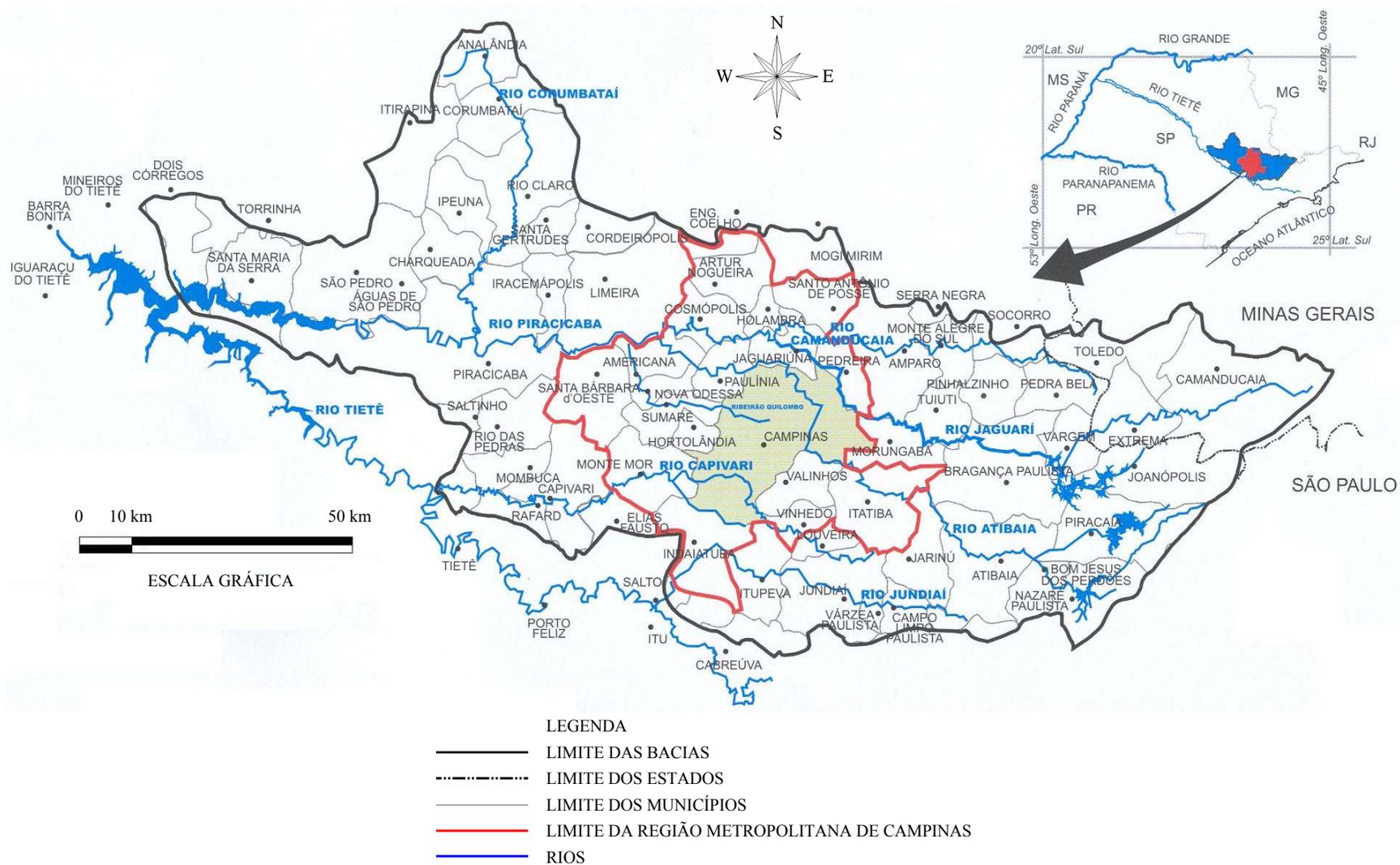


FIGURA 5.3 – Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Fonte: SANASA (2005a).

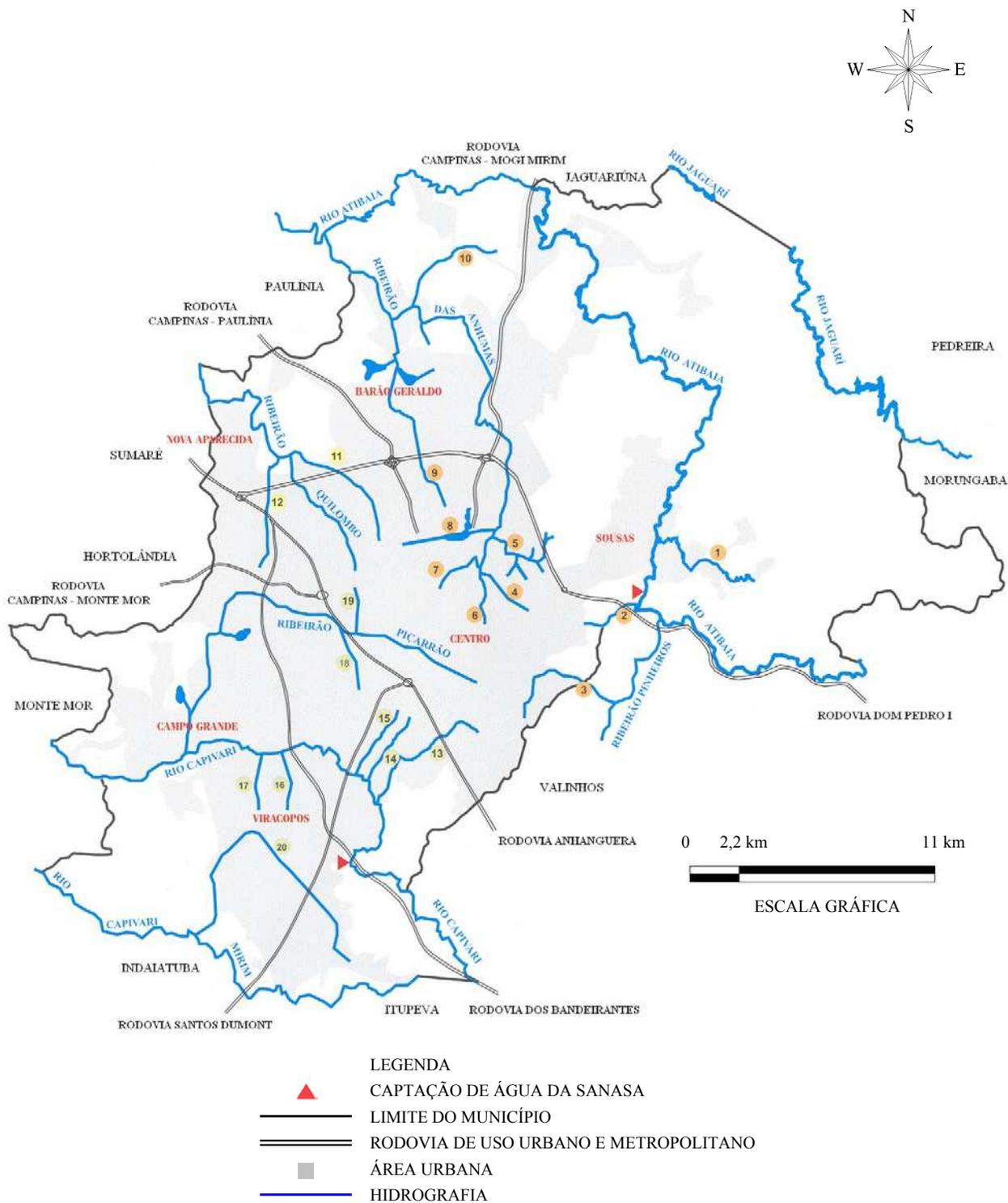


FIGURA 5.4 – Os recursos hídricos do Município de Campinas.

Fonte: PMC / SANASA (2003b).

TABELA 5.2 – Afluentes das Bacias dos Rios Atibaia e Capivari e do Ribeirão Quilombo.

<b>Rio Atibaia</b>	1	Ribeirão das Cabras
	2	Córrego Baronesa
	3	Ribeirão Samambaia
	4	Córrego Santa Marcelina
	5	Córrego Mato Dentro (Brandina)
	6	Córrego Proença
	7	Córrego do Serafim
	8	Córrego Guanabara (Lagoa do Taquaral)
	9	Ribeirão das Pedras
	10	Córrego Monte d'Oeste
<b>Ribeirão Quilombo</b>	11	Córrego da Lagoa
	12	Córrego Boa Vista
<b>Rio Capivari</b>	13	Córrego São Vicente
	14	Córrego Sete Quedas
	15	Córrego Taubaté
	16	Córrego da Areia
	17	Córrego Areia Branca
	18	Córrego do Laranja
	19	Córrego do Asilo
	20	Ribeirão Viracopos

Fonte: PMC / SANASA (2003b).



FIGURA 5.5 – Microbacias Hidrográficas do Município de Campinas.

Fonte: EMBRAPA (2006a).

### **5.1.2. A Universidade Estadual de Campinas**

A Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) é uma autarquia, autônoma em política educacional, mas subordinada ao governo estadual no que se refere a subsídios para a sua operação. Assim, os recursos financeiros são obtidos em sua maior parte do Governo do Estado de São Paulo, através da quota parte do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e de instituições nacionais e internacionais de fomento (UNICAMP, 2006a).

Possui cinco *campi*. Em Piracicaba, localiza-se a Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP), em Paulínia, o Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA), em Limeira, localizam-se o Colégio Técnico de Limeira (COTIL) junto ao Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) e, em Campinas, o Colégio Técnico de Campinas (COTUCA) e a Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

#### **5.1.2.1. A Cidade Universitária “Zeferino Vaz”**

A Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, mostrada na Figura 5.6, tem o nome do seu fundador e idealizador que a viu nascer, em 5 de outubro de 1966, data de sua instalação oficial. Está localizada no Distrito de Barão Geraldo, região noroeste de Campinas, a 12 km do centro da cidade (UNICAMP, 2006a).

Este *campus* abriga, além de suas faculdades, institutos e unidades de apoio, também, sua estrutura administrativa, agências bancárias, restaurantes, bibliotecas, praças esportivas, creche, teatros, livrarias e agência de correios (UNICAMP, 2006b).

Pelas ruas, avenidas e praças da Cidade Universitária “Zeferino Vaz” transitam, diariamente, cerca de 30 mil pessoas, considerando todos aqueles que vêm em busca dos serviços prestados pela instituição à comunidade (UNICAMP, 2005b).



Local: Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.  
Data: 18/08/2004.  
Foto: Acervo Histórico do Arquivo Central/Siarq.

FIGURA 5.6 – *Campus* da UNICAMP localizado no Distrito de Barão Geraldo.

Fonte: UNICAMP (2006c).

Segundo a Coordenadoria de Infra Estrutura (CINFRA) da Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, a água consumida do *campus* é composta por duas parcelas sendo uma de origem subterrânea e outra fornecida pela Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA), empresa responsável pelo serviço de abastecimento de água (captação, adução, tratamento, reservação e distribuição de água potável), coleta, afastamento e tratamento do esgoto doméstico do Município de Campinas.

Os esgotos do *campus* possuem diversas fontes geradoras, das quais, destacam-se hospitais, serviços de alimentação e sanitários, laboratórios, oficinas, garagens, posto de combustível, serviço de hotelaria, etc.

Por várias ocasiões, houve extravasamento destes efluentes no Lago Chico Mendes. Atualmente, conforme constatado em SANASA (2005b), é conduzido, por um coletor tronco da SANASA, junto aos esgotos do Distrito de Barão Geraldo, exceto da região localizada à esquerda

da Rodovia General Milton Tavares de Lima (sentido Campinas – Paulínia), até o Ribeirão das Pedras, onde são despejados *in natura*, ou seja, sem qualquer tipo de tratamento, pouco antes de seu encontro com o Ribeirão Anhumas, conforme retratado na Figura 5.7.

O Ribeirão das Pedras nasce na cumeeira do alto do Taquaral, desde o Parque Taquaral, passa pelo reservatório de água de abastecimento da SANASA, localizado ao final da Avenida Almeida Garrett, e pela Chácara Primavera até o balão do *campus* I da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCCAMP).

Segue próximo ao shopping center Dom Pedro. Passa sob a Rodovia Dom Pedro I e pela antiga fazenda Santa Genebra entrando, posteriormente, na área urbana de Barão Geraldo onde passa sob as Avenidas Doutor Romeu Tórtima, Professor Atílio Martini e Oscar Pedroso Horta e recebe, logo à jusante, em sua margem direita, o córrego que percorreu toda a área da UNICAMP, incluindo o Lago Chico Mendes e o lago localizado entre o Centro Médico e a Fundação de Desenvolvimento da Unicamp (FUNCAMP).

No balão de acesso ao Condomínio Barão do Café, recebe, em sua margem esquerda, o Córrego Burato. Em seguida, passa sob a estrada da Rhodia e sob a ponte de acesso ao Bairro Guará. Logo após, deságua no Ribeirão Anhumas. Neste trecho, segundo SANASA (2005b), está prevista a construção de uma estação para o tratamento dos esgotos a serem lançados no Ribeirão das Pedras.



(a)



(b)

Local: Ribeirão das Pedras.  
Data: 07/02/2006. Hora: 10:25 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°47'18.7" e Longitude O 47°04'48.4".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.7 – Ponto de lançamento do esgoto *in natura* do Distrito de Barão Geraldo no Ribeirão das Pedras.



(c)



(d)

Local: Ribeirão das Pedras.  
Data: 07/02/2006. Hora: 10:25 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°47'18.7" e Longitude O 47°04'48.4".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.7 – Ponto de lançamento do esgoto *in natura* do Distrito de Barão Geraldo no Ribeirão das Pedras.

### **5.1.2.2. O Sistema Escola de Tratabilidade de Águas e Resíduos**

Mendes (2000a) definia o Sistema Escola de Tratabilidade de Águas e Resíduos (SETAR) como um empreendimento destinado ao tratamento de água de mananciais de superfície, ao tratamento de esgotos gerados na Cidade Universitária “Zeferino Vaz” e, finalmente, ao tratamento de resíduos sólidos gerados nos diversos setores do *campus*, inclusive nas estações de tratamento de água e de esgotos. Além da finalidade básica a que se destinava, seriam incorporadas unidades de ensino e pesquisa, como, por exemplo, laboratório de análises físico-químicas, laboratório de análises microbiológicas, salas de aula e setor de implantação de reatores em escala piloto, visando fornecer treinamento aos operadores de sistemas de tratamento de água para abastecimento, de esgotos e águas residuárias e de resíduos sólidos e aprimorar o ensino de Engenharia em níveis de Graduação, Pós-Graduação e Especialização.

#### ***Localização***

A localização prevista para a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) no *campus* está indicada na Figura 5.8. Os efluentes líquidos seriam transportados por rede coletora com escoamento por gravidade até uma Estação Elevatória de Esgotos (EEE) a ser construída, que permitiria o envio dos esgotos brutos por recalque até a ETE.

Na fotografia aérea representada na Figura 5.9, é possível visualizar o provável traçado desta adutora entre a EEE e a ETE.

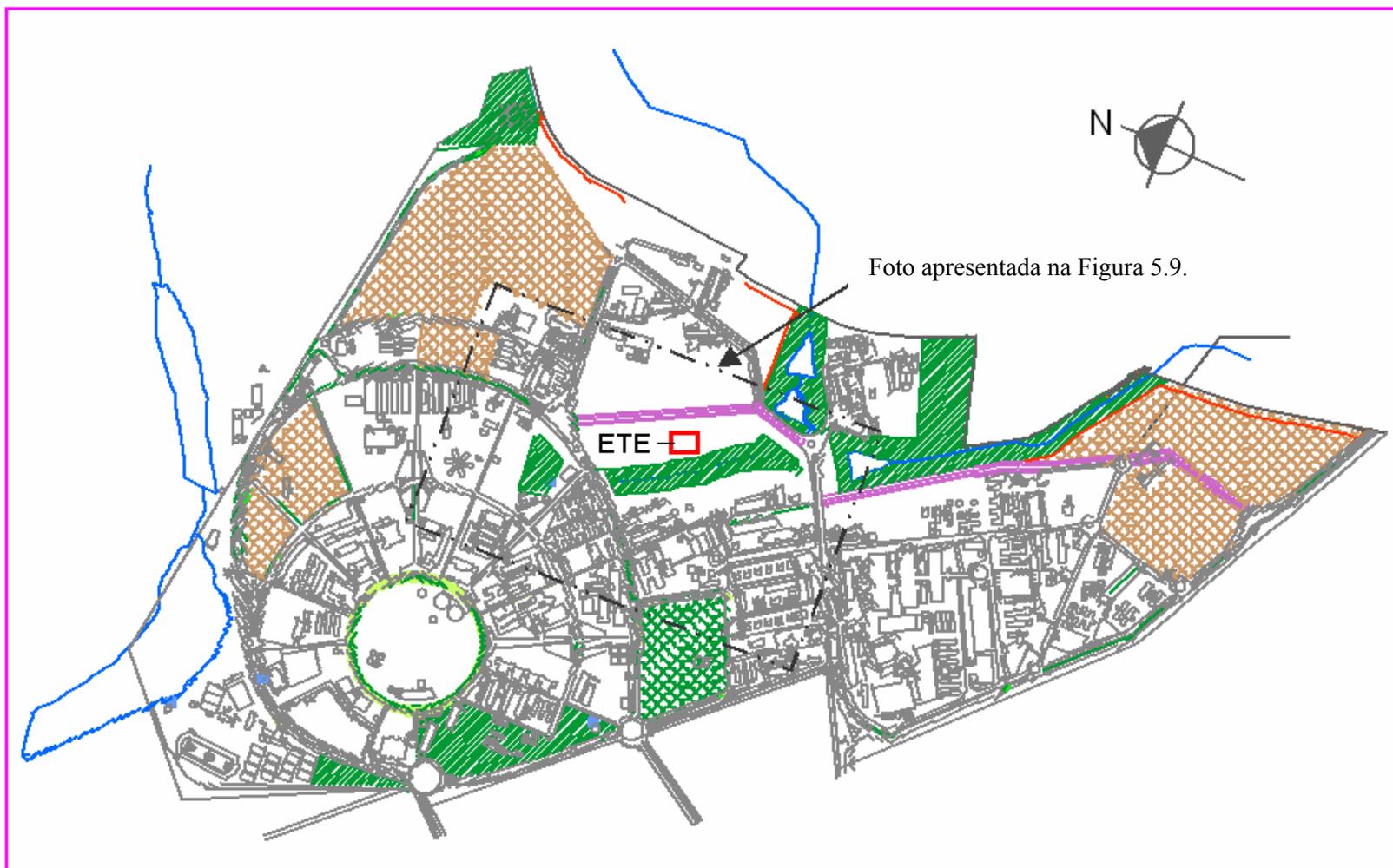


FIGURA 5.8 – Localização esquemática da ETE na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

Fonte: MENDES (2000a).

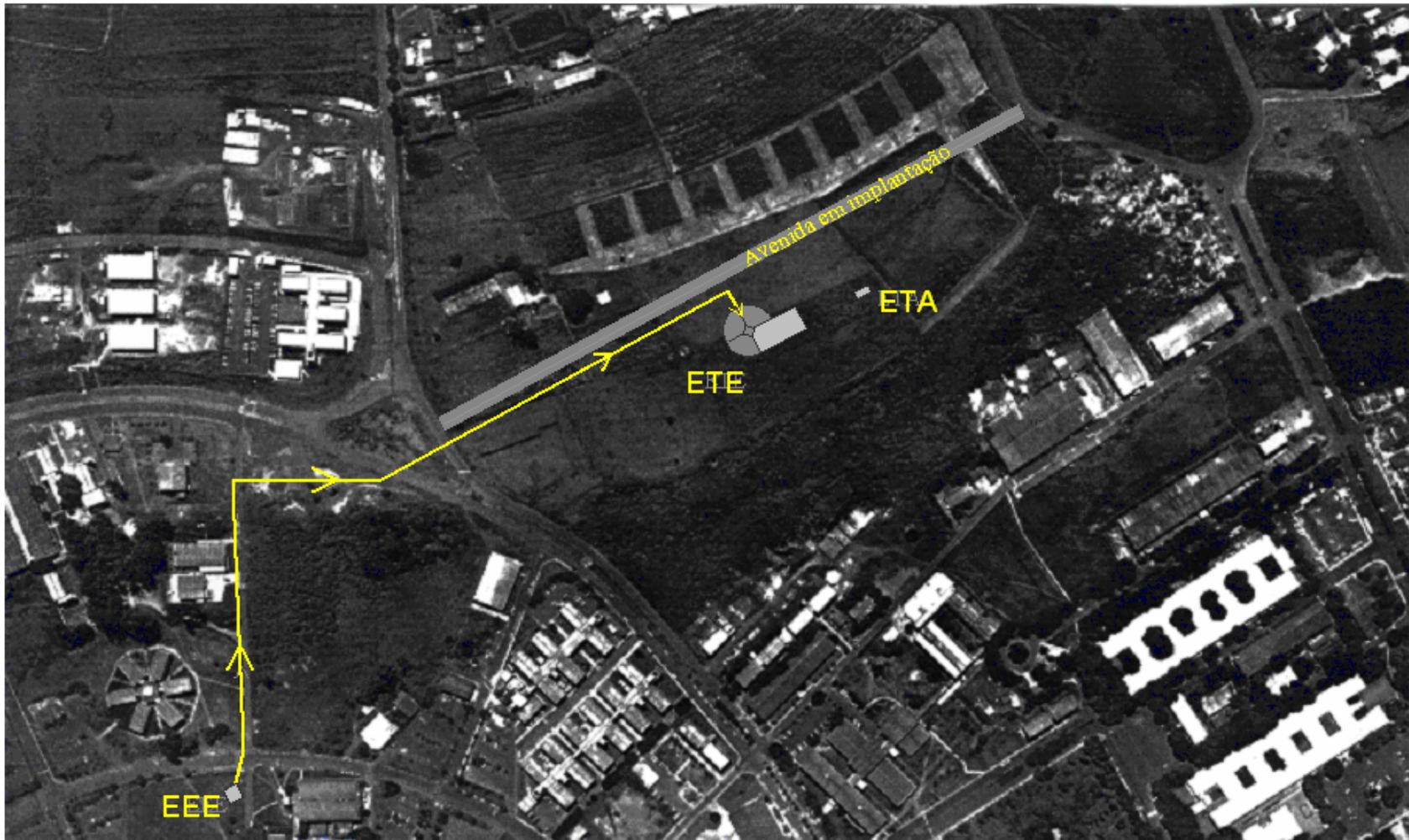


FIGURA 5.9 – Provável traçado da adutora entre a EEE e a ETE.

Fonte: MENDES (2000a).

### *Vazão e características dos esgotos*

Para a estimativa da vazão a ser tratada, Mendes (2000b) considerou um consumo médio de água no *campus*, nos meses antecedentes à fase de projeto, de 90.000 m<sup>3</sup>/mês. Este montante incluía tanto a parcela de água de origem subterrânea, quanto a fornecida pela concessionária. O volume diário máximo a ser tratado resultou em 3.500 m<sup>3</sup> que, em termos de vazão média, atingia, aproximadamente, 146 m<sup>3</sup>/hora ou 41 L/s.

A caracterização dos esgotos a serem tratados foi feita a partir dos resultados constatados para as análises laboratoriais de amostras compostas, coletadas em cinco dias típicos no *campus*. Estes resultados estão disponibilizados na Tabela 5.3. Seqüencialmente, na Tabela 5.4, estão indicados os valores, nos quais se basearam os cálculos referentes ao dimensionamento hidráulico do sistema de tratamento.

TABELA 5.3 – Características qualitativas dos esgotos brutos gerados na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

Parâmetro	Data da coleta				
	13/02/00 <sup>(*)</sup>	15/02/00	16/02/00	17/02/00	18/02/00
pH	6,9	6,8	6,5	6,4	6,4
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	14	89	290	72	225
DQO (mg/L)	73	399	400	298	870
Nitrogênio Total (mg/L)	30,0	64,6	83,2	34,5	22,5
Fósforo (mg/L)	0,34	2,13	2,13	2,63	3,25
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	18	58	128	-	74

<sup>(\*)</sup> amostra com resultados desconsiderados por problemas na coleta.

Fonte: Mendes (2000b).

TABELA 5.4 – Características qualitativas adotadas para os esgotos brutos gerados na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

Parâmetro	Valores considerados
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	250
Nitrogênio Total (mg/L)	60
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	150

Fonte: Mendes (2000b).

### ***Processo de tratamento***

Considerando as características orgânicas e biodegradáveis dos esgotos, Mendes (2000a) propôs o tratamento biológico aeróbio por meio do processo de lodos ativados, na versão conhecida como lodos ativados por batelada. Este processo, diferenciado pelo modo descontínuo de operação de carga e descarga dos reatores biológicos, apresentava diversas vantagens em relação ao processo de lodos ativados convencional, destacando-se:

- ❑ Menores custos de implantação por não haver decantador secundário e sistema de recirculação do lodo;
- ❑ Menores custos de operação e manutenção devido à simplicidade do sistema;
- ❑ Economia de energia elétrica consumida pelos aeradores que poderiam ser desligados por um período considerável durante um ciclo de tratamento completo e pela inexistência dos sistemas de remoção e bombeamento de lodo inerentes aos decantadores primário e secundário;
- ❑ Possibilidade de automatização completa das operações unitárias do sistema de tratamento biológico;
- ❑ Menor quantidade de lodo produzido, em massa e em volume, graças à possibilidade de manutenção de uma maior idade do lodo e de repouso que promove condições de sedimentabilidade do lodo próximas das ideais; e,
- ❑ Maior confiabilidade e segurança quanto à qualidade do efluente produzido, devido à cinética do processo biológico empregado (reator batelada).

Os reatores de tratamento biológico previstos seriam constituídos por três unidades de lodos ativados com operação intermitente possuindo, cada unidade, um volume útil de 900 m<sup>3</sup>. As fases operacionais seqüenciais do conjunto dos três reatores estão expostas no Anexo B.

Mendes (2000a) reforçava, ainda, que a inclusão do tanque de equalização no fluxograma do processo de tratamento dos esgotos do *campus* tinha como objetivo a regularização da vazão de saída do sobrenadante dos tanques de aeração, permitindo seu tratamento físico-químico para clarificação complementar e remoção de fósforo em um sistema de fluxo contínuo composto por processos de floculação e flotação por ar dissolvido. Na etapa final, os esgotos tratados pelos processos biológico e físico-químico, também em vazão regularizada, seriam submetidos ao processo de desinfecção pela exposição à radiação ultravioleta.

O sistema proposto, apresentado na Figura 5.10, seria, então, composto pelas seguintes unidades de tratamento:

- ❑ Gradeamento fino e remoção de areia;
- ❑ Medição da vazão afluente;
- ❑ Tanques de aeração;
- ❑ Tanque de adensamento gravimétrico do lodo;
- ❑ Tanque de equalização;
- ❑ Tanques de floculação;
- ❑ Sistema de flotação por ar dissolvido;
- ❑ Tanques de condicionamento químico dos lodos adensado e flotado;
- ❑ Desidratação de lodo;
- ❑ Desinfecção dos esgotos tratados; e,
- ❑ Sistemas de preparação e dosagem de produtos químicos.

Segundo Mendes (2000b), a eficiência do tratamento biológico na remoção de  $DBO_5$  seria de 92 %.

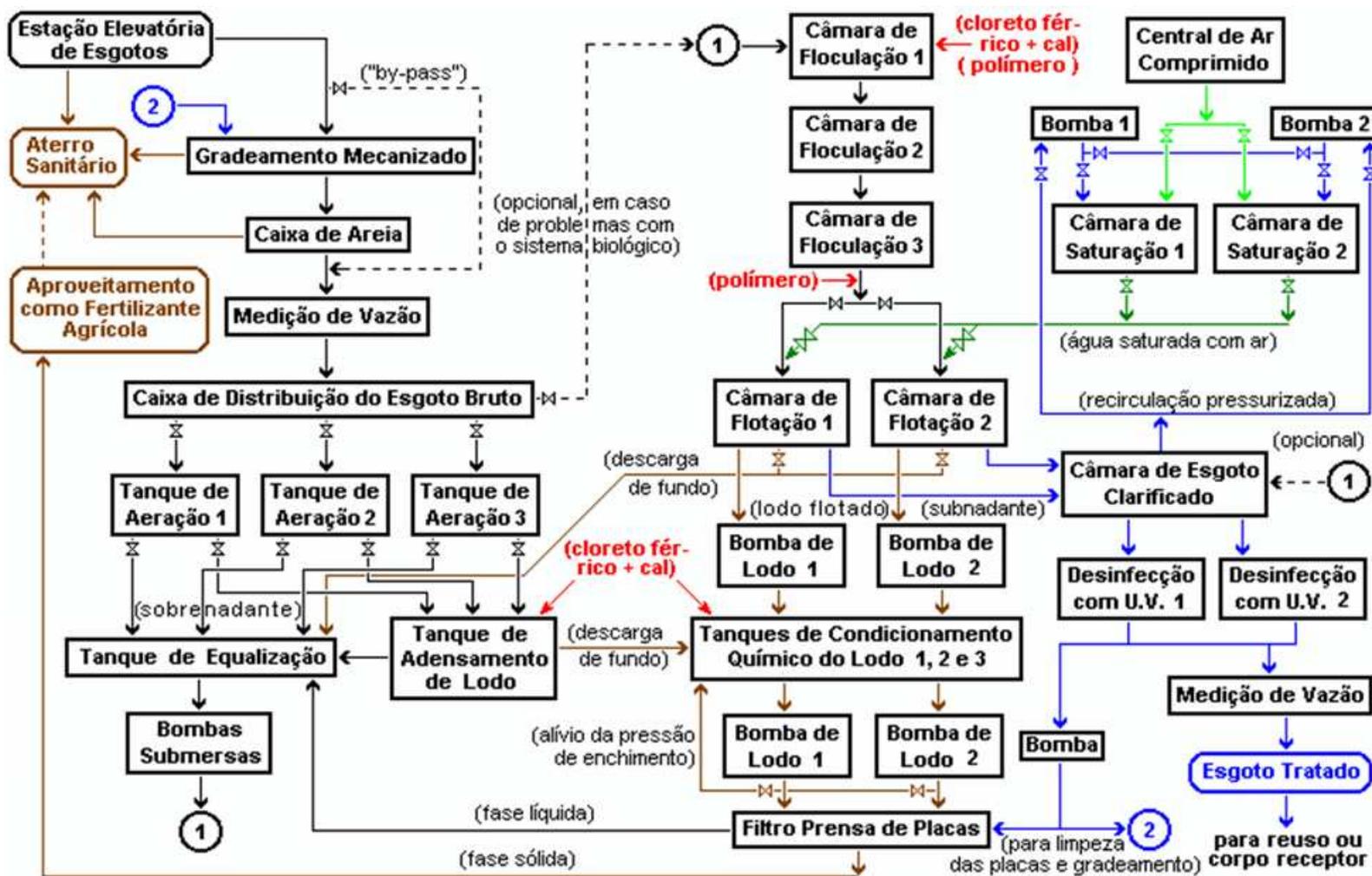


FIGURA 5.10 – Fluxograma do sistema de tratamento proposto.

Fonte: MENDES (2000a).

## ***Custos***

Conforme mencionado no item 4.1, segundo a Diretoria Técnica (DT) da Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, o processo de licitação da obra da ETE da UNICAMP chegou a ser concluído.

Foram utilizados, para a composição dos custos, os orçamentos que embasaram este processo de licitação. Houve a necessidade, no entanto, de atualização da data base desta documentação de setembro de 2001 para dezembro de 2005.

Os custos da ETE foram divididos em dois grupos, sendo um referente à estrutura e aos acabamentos e outro, aos equipamentos, envolvendo a compra e a instalação dos mesmos.

Por orientação da DT, a correção do primeiro grupo foi feita com base na variação do Índice de Preços de Obras Públicas. Esta escolha justifica-se pelo fato de fornecer uma boa aproximação dos custos reais, caso fosse feito um novo orçamento. A definição e a variação deste índice para os meses de setembro de 2001 e dezembro de 2005, constam no Anexo C.

O resumo dos serviços e dos respectivos preços referentes à construção da Estação Escola de Tratamento de Esgotos da UNICAMP está apresentado na Tabela 5.5.

TABELA 5.5 – Serviços e preços referentes à construção da ETE da UNICAMP, com data base de dezembro de 2005.

<b>Descrição dos serviços</b>	<b>Valor</b>
1. Serviços técnicos	R\$ 16.337,98
2. Serviços preliminares	R\$ 56.257,60
3. Movimento de terra	R\$ 161.415,66
4. Casa de Química	R\$ 560.880,36
5. Tratamento biológico e físico-químico	R\$ 1.151.355,69
6. Serviços complementares	R\$ 139.147,32
<b>Total dos serviços</b>	<b>R\$ 2.085.394,60</b>

Fonte: Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

Estes custos, em setembro de 2001, atingiram R\$ 1.276.409,00. O Índice de Preços de Obras Públicas deste mesmo mês foi de 202,970 e o de dezembro de 2005, de 331,612. A correção (C) foi calculada, então, de acordo com a expressão:

$$C = \frac{331,612}{202,970} = 1,6338 \quad (5.1)$$

Assim, os serviços descritos na Tabela 5.5, foram corrigidos pela multiplicação destes por 1,6338, resultando, então, em R\$ 2.085.394,60.

A correção do segundo grupo foi feita com base na orientação da empresa vencedora do processo de licitação. Esta, por sua vez, especificou um reajuste de 95 % sobre os custos relativos à compra e à instalação dos equipamentos, mencionados na Tabela 5.6.

TABELA 5.6 – Serviços e preços referentes à compra e à instalação dos equipamentos da ETE da UNICAMP, com data base de dezembro de 2005.

<b>Descrição dos serviços</b>	<b>Valor</b>
1. Serviços técnicos	R\$ 26.325,00
2. Serviços preliminares	R\$ 28.470,00
3. Equipamentos	R\$ 3.966.690,00
<b>Total dos serviços</b>	<b>R\$ 4.021.485,00</b>

Fonte: Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

Portanto, os investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP totalizaram R\$ 6.106.879,60, conforme a expressão:

$$R\$ 2.085.394,60 + R\$ 4.021.485,00 = R\$ 6.106.879,60 \quad (5.2)$$

Os custos de operação e manutenção foram estimados em R\$ 23.400,00 por mês, também com base na orientação da empresa vencedora do processo de licitação.

### **5.1.3. A Bacia do Ribeirão Anhumas**

#### **5.1.3.1. Localização**

Segundo Briguenti (2005), esta bacia está situada entre as coordenadas 22°45'15" e 22°55'50" de Latitude Sul e 47°60'55" e 46°58'55" de Longitude Oeste. Possui uma área de, aproximadamente, 150 km<sup>2</sup> e percorre o Município de Campinas no sentido Sul – Norte.

A Bacia do Ribeirão Anhumas compreende desde o centro histórico de fundação do Município até áreas de urbanização recente, como o Distrito de Barão Geraldo, incluindo áreas remanescentes de atividade rural dentro do perímetro urbano e um pequeno trecho de áreas rurais de Campinas.

#### **5.1.3.2. Unidades de planejamento**

A Proposta de Estruturação Urbana e Ordenamento Físico - Territorial, contida no último Plano Diretor de Campinas, dividiu o Município em 7 Macrozonas de Planejamento com o objetivo de, a partir da compreensão das diferentes realidades das regiões do Município, orientar o planejamento e a definição de políticas públicas, especialmente aquelas definidoras e/ou indutoras do processo de urbanização. Compreende todo o território municipal abrangendo as zonas urbana e rural, pois, como dispõem a Constituição Federal de 1988 e a Lei Orgânica Municipal de Campinas, cabe ao Município também orientar o desenvolvimento da zona rural (PMC / SEPLAMA, 2006).

As Macrozonas, por sua vez, foram subdivididas em 37 Áreas de Planejamento (APs), para as quais, também foram definidas diretrizes específicas. Estas áreas constituem recortes espaciais delimitados em função da dinâmica de estruturação urbana e da inter-relação dos problemas localmente identificados (PMC / SEPLAMA, 2006).

Na Figura 5.11, evidencia-se que o limite da Bacia do Ribeirão Anhumas percorre as Macrozonas 1, 2, 3 e 4. O distrito de Barão Geraldo está inserido na Macrozona 3. As atribuições destas Macrozonas estão expostas na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Atribuições das Macrozonas 1, 2, 3 e 4.

<b>Macrozona</b>	<b>Definição</b>	<b>Atribuição</b>
1	Área de Proteção Ambiental – APA	Área de reconhecido valor ambiental para o Município, necessita de gestões ambientalmente sustentáveis das atividades instaladas e a instalar, adotando-se medidas para preservação do patrimônio natural, urbanístico e cultural presentes nesse território.
2	Área com Restrição à Urbanização – ARU	Área com restrição à urbanização, onde devem ser mantidas as características rurais, com estabelecimento de critérios adequados de manejo das atividades agropecuárias, de exploração mineral e de parcelamento do solo.
3	Área de Urbanização Controlada Norte – AUC-N	Área com diferentes dinâmicas de urbanização que necessitam ser controladas para evitar processo de ocupação desordenado.
4	Área de Urbanização Consolidada – ACON	Área urbana por excelência, onde se faz necessária a otimização e racionalização da infra-estrutura existente, através do controle do adensamento e do incentivo à mescla de atividades, à consolidação de subcentros e à implantação de atividades geradoras de emprego fora da área central.

Fonte: PMC / SEPLAMA (2006).

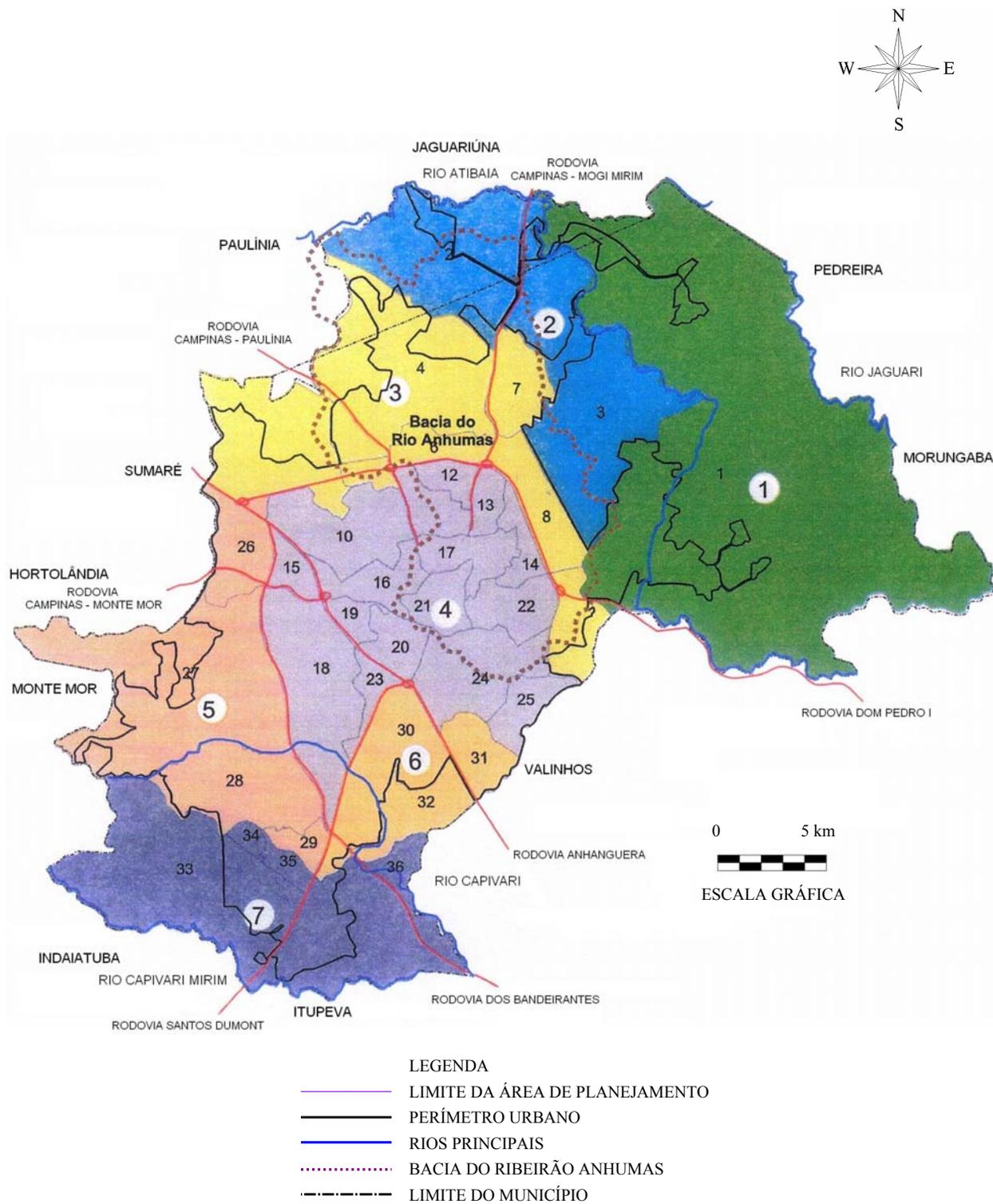


FIGURA 5.11 – Limite da Bacia do Ribeirão Anhumas no Macrozoneamento de Campinas.

Fonte: Adaptado de Frischenbruder (2001).

### 5.1.3.3. Uso e ocupação do solo

De acordo com Guedes (1998), esta Bacia contém, em sua parcela urbana, bairros residenciais de classes média e média alta, apresentando diversas zonas de expansão imobiliária, onde são observados condomínios de alto padrão e loteamentos de médio e alto padrões, contrastando, segundo Frischenbruder (2001), com favelas e ocupações incidentes em áreas de preservação permanente de cursos d'água.

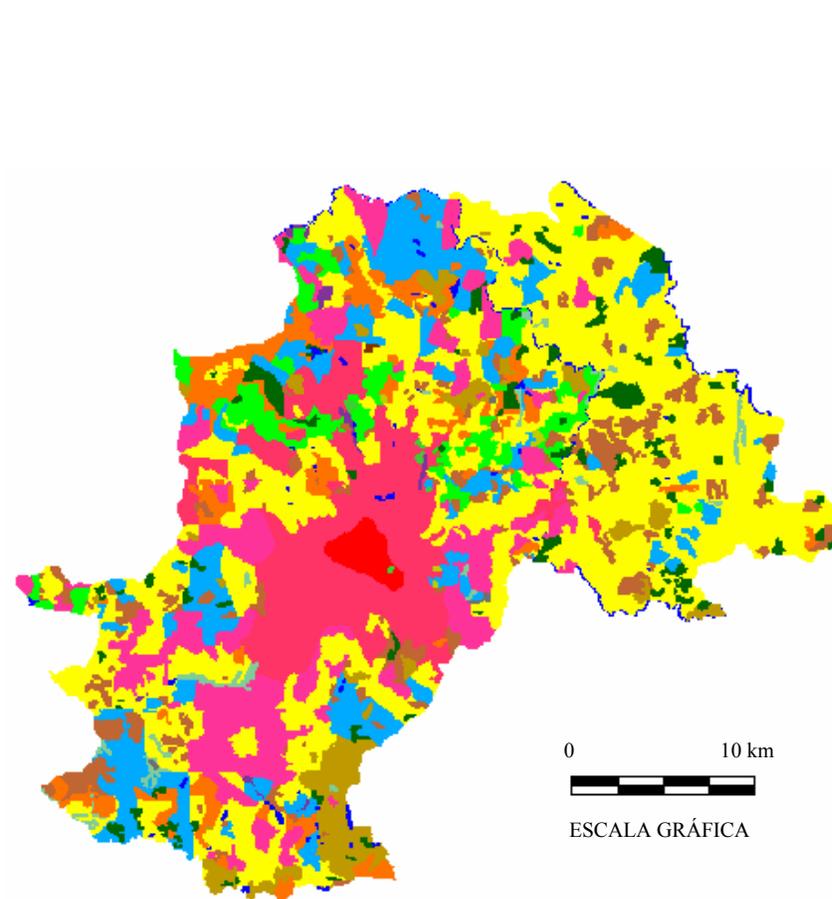
Frishenbruder (2001) descreve os padrões de ocupação existentes na Bacia do Ribeirão Anhumas como sendo:

- ❑ *Áreas com predominância de construções horizontais homogêneas:* elemento de maior extensão na área urbanizada de Campinas e representado por edificações horizontais homogêneas que apresentam variações de padrões quanto às dimensões dos terrenos e das casas. Estas áreas concentram uso residencial unifamiliar ocorrendo, no entanto, em algumas regiões, atividades comerciais, serviços, institucionais, ou mesmo, pequenas indústrias.
- ❑ *Áreas com predomínio de edificações verticais:* localizadas no centro de Campinas e vizinhanças podendo indicar tendência de expansão. Concentram usos residenciais e mistos (comércio, serviços e institucional). Apresentam pequeno número de manchas referentes a “espaços verdes” representando, geralmente, áreas verdes urbanizadas. Têm os cursos d'água predominantemente canalizados e, em sua maioria, confinados.
- ❑ *Áreas com construções horizontais homogêneas, com presença de construções maiores e/ou prédios:* concentram usos predominantemente residenciais e presença crescente de usos comerciais, de serviços e, eventualmente, de indústrias de pequeno e médio porte.
- ❑ *Áreas com maior predominância de prédios e/ou com construções maiores, com presença de construções horizontais homogêneas:* geralmente, abrigam usos industriais, comerciais, de serviços ou institucionais, além de usos residenciais.

- *Áreas com a maior predominância de “espaços potencialmente verdes”*: geralmente, são as margens da urbanização ou das áreas de atividade rural. Podem abranger áreas verdes, loteamentos pouco ocupados ou grandes glebas ainda não parceladas, dentro do perímetro urbano. Na zona rural podem ser espaços não aproveitados das propriedades rurais, pastagens naturais ou áreas de preservação de fragmentos da vegetação nativa, reservados ou ignorados pelos proprietários.
- *Áreas com maior predominância de espaços cultivados*: com cobertura vegetal submetida a maior controle humano, encontradas predominantemente na zona rural, mas, também, dentro do perímetro urbano.
- *Áreas com predomínio de atividades minerárias e/ou com potencialidade para essa atividade*: discriminadas devido à necessidade de conciliação desta atividade com outras de caráter urbano, rural e ambiental.
- *Áreas que necessitam atenção quanto à suscetibilidade à erosão*: áreas em que se deve ponderar esta condição no processo de ocupação.

Briguenti (2005) relata que a Bacia do Ribeirão Anhumas possui, hoje, quase 50 % de sua área urbanizada. Lagos e áreas verdes somam apenas 5 % da área total.

Os padrões de ocupação existentes na Bacia do Ribeirão Anhumas, descritos por Frischenbruder (2001), podem ser conferidos na Figura 5.12. Percebe-se que a região ocupada pela Bacia do Ribeirão Anhumas apresenta todos os tipos de ocupação listados.



- LEGENDA
- MATA URBANA
  - MATA
  - MATA GALERIA
  - PINUS
  - EUCALÍPTO
  - PASTO LIMPO
  - PASTO SUJO
  - CAPOEIRA
  - VÁRZEAS
  - LAGOS
  - SOLO EXPOSTO
  - CULTURA PERENE
  - CULTURA ANUAL
  - CANA
  - EM URBANIZAÇÃO
  - URBANO
  - URBANO DENSO

FIGURA 5.12 – Uso das terras em Campinas.

Fonte: EMBRAPA (2006b).

#### **5.1.3.4. O Ribeirão Anhumas**

Os dois principais afluentes que formam o Ribeirão Anhumas são o Córrego Proença e o Córrego do Serafim. Ambos drenam as áreas centrais e os bairros próximos ao centro da cidade. Estas áreas, que refletem a dinâmica ocupacional do Município, possuem elementos físicos e sócio-econômicos densamente urbanizados, edificados e impermeabilizados.

Inicialmente, na Avenida Princesa d'Oeste, o Córrego Proença encontra-se canalizado e, em alguns trechos, tampado. Após cruzamento com a Avenida Moraes Sales, onde se inicia a Avenida José de Sousa Campos (Via Norte-Sul), por uma distância de, aproximadamente, 300 metros, o córrego segue canalizado e aberto e seu entorno é composto por uma área integrada à estrutura urbana como “área verde”. À jusante, ao longo da Via Norte-Sul, o Córrego Proença volta a ser tampado até o ponto em que recebe a contribuição do Córrego Santa Marcelina.

Neste trecho, pouco antes de sua foz com o Córrego Proença, o Córrego Santa Marcelina encontra-se canalizado (Figura 5.13 (a) e (b)). No entanto, observando-se a Figura 5.13 (c), constata-se que a estrutura de canalização foi rompida. A partir deste ponto, existe um represamento, cujas margens, à esquerda, estão em processo de erosão (Figura 5.13 (d)). Na galeria também à esquerda, o acúmulo de sujeira dificulta o escoamento, potencializando, em dias de chuva de maior intensidade, o risco de alagamento.

Após receber a contribuição do córrego Santa Marcelina (Figura 5.14 (a)), o Córrego Proença, antes tampado (Figura 5.14 (b)), segue canalizado e aberto (Figura 5.14 (c) e (d)) até seu encontro com o Córrego do Serafim.

O Córrego do Serafim, cujo leito encontra-se parcialmente revestido, segue pelas avenidas Anchieta, Orozimbo Maia e, finalmente, Rosa Belotto Grande. Neste último trecho, como é possível constatar na Figura 5.15, mesclam-se acúmulo de entulho, vegetação e pontos de erosão em suas margens.



(a)



(b)

Local: Rua Oriente.

Data: 21/02/2006. Hora: 14:38 (horário normal vigente).

Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'19.5" e Longitude O 47°02'40.6".

Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.13 – Córrego Santa Marcelina.



(c)



(d)

Local: Rua Oriente.  
Data: 21/02/2006. Hora: 14:38 (horário normal vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'19.5" e Longitude O 47°02'40.6".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.13 – Córrego Santa Marcelina.



(a)



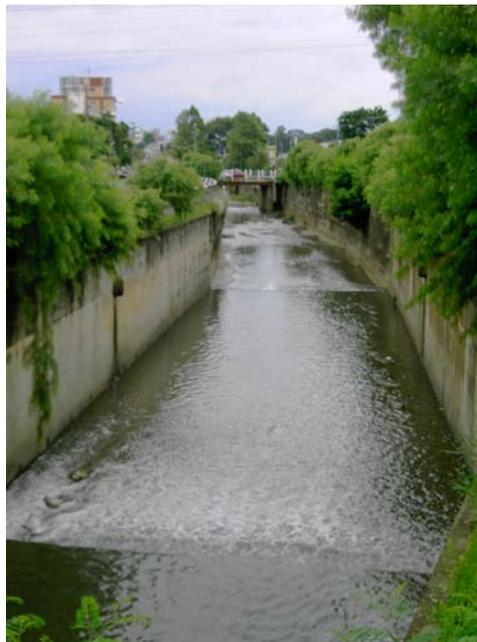
(b)

Local: Avenida José de Souza Campos (Norte – Sul).  
Data: 21/02/2006. Hora: 14:46 (horário normal vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'18.4" e Longitude O 47°02'41.0".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.14 – Córrego Proença.



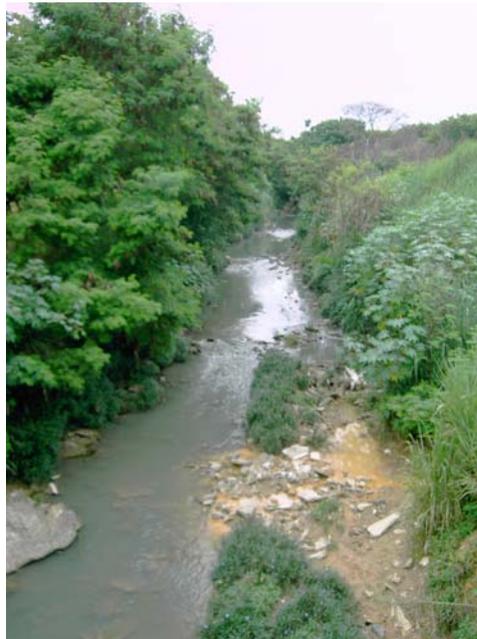
(c)



(d)

Local: Avenida José de Souza Campos (Norte – Sul).  
Data: 21/02/2006. Hora: 14:46 (horário normal vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'18.4" e Longitude O 47°02'41.0".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.14 – Córrego Proença.



(a)



(b)

Local: Avenida Rosa Belotto Grande, em frente à Pedramista.  
Data: 21/02/2006. Hora: 14:57 (horário normal vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'01.8" e Longitude O 47°02'46.3".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.15 – Córrego do Serafim.



(c)



(d)

Local: Avenida Rosa Belotto Grande, em frente à Pedramista.  
Data: 21/02/2006. Hora: 14:57 (horário normal vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'01.8" e Longitude O 47°02'46.3".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.15 – Córrego do Serafim.



(e)



(f)

Local: Avenida Rosa Belotto Grande, em frente à Pedramista.  
Data: 21/02/2006. Hora: 14:57 (horário normal vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'01.8" e Longitude O 47°02'46.3".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.15 – Córrego do Serafim.

Conforme retratado nas Figuras 5.16 e 5.17, a formação do Ribeirão Anhumas é marcada por condições de poluição e degradação.

Seguindo à jusante, em sua margem direita, o Ribeirão Anhumas recebe o Córrego Mato Dentro ou Brandina. Próximo deste local, em sua margem esquerda, o Ribeirão Anhumas recebe o Córrego Guanabara que passa pela Lagoa do Taquaral.

Passa sob a Rodovia Dom Pedro I onde está sendo construída a ETE Anhumas (Figura 5.18).

Ao sair do perímetro urbano, o Ribeirão Anhumas recebe, em sua margem direita o Córrego São Quirino.

À jusante, passa sob a Rodovia Ademar Pereira de Barros e sob a ponte de acesso ao Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (Figura 5.19).

Entra no Distrito de Barão Geraldo e recebe, em sua margem esquerda, o Ribeirão das Pedras. Observando-se a Figura 5.20, é possível constatar, graças à clara divisão entre água e esgoto, a pequena distância que separa o local onde o Ribeirão das Pedras recebe a descarga dos esgotos de parte do distrito até sua foz com o Ribeirão Anhumas.

À jusante, segue paralelamente à estrada da Rhodia passando sob a ponte de acesso à Cerâmica Gre (Figura 5.21).

Próximo à Vila Holândia, o Ribeirão Anhumas passa sob a estrada da Rhodia onde é possível, na Figura 5.22, visualizar a presença de espuma proveniente dos despejos de esgotos.

A partir daí, o Ribeirão Anhumas passa sob a última ponte (Figura 5.23) antes de adentrar o terreno da Rhodia e desaguar no Rio Atibaia, já no Município de Paulínia.



(a)



(b)

Local: Avenida Rosa Belotto Grande, próximo à Avenida José de Sousa Campos.  
Data: 21/02/2006. Hora: 14:09 (horário normal vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'01.4" e Longitude O 47°02'36.2".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.16 – Encontro do Córrego Proença com o Córrego do Serafim.



(a)



(b)

Local: Esquina entre a Avenida Rosa Belotto Grande e a Avenida José de Souza Campos.

Data: 21/02/2006. Hora: 14:17 (horário normal vigente).

Coordenadas geográficas: Latitude S 22°53'06.2" e Longitude O 47°02'35.2".

Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.17 – Formação do Ribeirão Anhumas.



Local: Rodovia Dom Pedro I, próximo ao hipermercado Carrefour.  
Data: 06/02/2006. Hora: 17:19 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°50'52.8" e Longitude O 47°01'52.2".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.18 – Obras de construção da ETE Anhumas.



(a)



(b)

Local: Ponte entre a Rodovia Ademar Pereira de Barros (sentido Mogi-Mirim – Campinas) e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações – CPqD.  
Data: 06/02/2006. Hora: 17:01 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°48'56.7" e Longitude O 47°02'13.3".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.19 – Trecho do Ribeirão Anhumas próximo ao Condomínio Alphaville.



(c)



(d)

Local: Ponte entre a Rodovia Ademar Pereira de Barros (sentido Mogi-Mirim – Campinas) e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações – CPqD.  
Data: 06/02/2006. Hora: 17:01 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°48'56.7" e Longitude O 47°02'13.3".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.19 – Trecho do Ribeirão Anhumas próximo ao Condomínio Alphaville.



(a)



(b)

Local: Bairro Guará.

Data: 06/02/2006. Hora: 15:45 (horário de verão vigente).

Coordenadas geográficas: Latitude S 2245'56.8" e Longitude O 4706'02.3".

Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.20 – Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão Anhumas.



(c)

Local: Bairro Guará.

Data: 06/02/2006. Hora: 15:45 (horário de verão vigente).

Coordenadas geográficas: Latitude S 22°45'56.8" e Longitude O 47°06'02.3".

Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.20 – Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão Anhumas.



(a)



(b)

Local: Ponte entre a estrada da Rhodia e a Cerâmica Gre.  
Data: 06/02/2006. Hora: 14:45 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°46'53.7" e Longitude O 47°05'00.0".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.21 – Trecho do Ribeirão Anhumas após descarga do Ribeirão das Pedras.



(c)



(d)

Local: Ponte entre a estrada da Rhodia e a Cerâmica Gre.  
Data: 06/02/2006. Hora: 14:45 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°46'53.7" e Longitude O 47°05'00.0".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.21 – Trecho do Ribeirão Anhumas após descarga do Ribeirão das Pedras.



(a)



(b)

Local: Estrada da Rhodia, ao lado do Restaurante do Bigode.  
Data: 06/02/2006. Hora: 15:00 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°46'11.0" e Longitude O 47°05'43.5".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.22 – Trecho do Ribeirão Anhumas próximo à Vila Holândia.



(c)



(d)

Local: Estrada da Rhodia, ao lado do Restaurante do Bigode.  
Data: 06/02/2006. Hora: 15:00 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°46'11.0" e Longitude O 47°05'43.5".  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.22 – Trecho do Ribeirão Anhumas próximo à Vila Holândia.



(a)



(b)

Local: Ponte próxima à Rhodia.  
Data: 06/02/2006. Hora: 15:10 (horário de verão vigente).  
Coordenadas geográficas: Latitude S 22°45'56.9" e Longitude O 47°06'02.2"  
Foto: José Roberto Guimarães e Ane Caroline Grisólio Machion.

FIGURA 5.23 – Trecho do Ribeirão Anhumas próximo à sua foz no Rio Atibaia.

## 5.2. Construção de cenários ambientais

### 5.2.1. Parâmetros analisados

Conforme mencionado no item 4.2, o fator preponderante para a seleção dos parâmetros analisados foi a relação entre estes e o grau de poluição de um recurso hídrico. Para os cenários ambientais foram definidos a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e o Oxigênio Dissolvido (OD).

### 5.2.2. Levantamento de dados de monitoramento do Ribeirão Anhumas

Também no item 4.2, mencionou-se que o órgão responsável pelo monitoramento do Ribeirão Anhumas é a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). No entanto, a Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo começou a contemplar o Ribeirão Anhumas a partir de 2002. A descrição do ponto onde é feito este acompanhamento está apresentada na Tabela 5.8.

TABELA 5.8 – Ponto de monitoramento do Ribeirão Anhumas.

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
NUMA04900	S 22°45'56"	W 47°06'00"	Monitoramento regional	Ribeirão Anhumas	Próximo à foz no Rio Atibaia. Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia.

Fonte: Adaptado de CETESB (2006a).

Os parâmetros e indicadores de qualidade das águas monitorados pela CETESB estão apresentados na Tabela 5.9.

TABELA 5.9 – Parâmetros e indicadores de qualidade das águas monitorados pela CETESB.

Descrição do parâmetro	Parâmetro	Unidade
Campo	pH	U. pH
	Temperatura da água	°C
Físico-Químicos	Cloreto Total	mg/L
	Condutividade	µS/cm
	DBO (5, 20)	mg/L
	DQO	mg/L
	OD	mg/L
	Turbidez	UNT
Microbiológicos	Coli Termo	NMP/100mL

Fonte: Adaptado de CETESB (2006b).

### 5.2.3. Análise do Plano Diretor de Esgotos de Campinas

É possível verificar, observando-se a Tabela 5.10, que a grande maioria do esgoto sanitário, mesmo aquele coletado e afastado pela rede pública, vem sendo lançada em córregos e ribeirões que atravessam a área urbana de Campinas que, por sua vez, foi dividida em três grandes bacias naturais de drenagem (Atibaia, Quilombo e Capivari). O Plano Diretor de Tratamento de Esgotos desenvolvido pela SANASA subdividiu estas três bacias em setores de esgotamento, contemplados com unidades de tratamento, como exposto na Figura 5.24 e na Tabela 5.11.

TABELA 5.10 – Carga orgânica poluidora, de origem doméstica, gerada pelo Município de Campinas, entre 2000 e 2005.

Ano	População (habitantes)		Atendimento (%)		Carga poluidora <sup>(1)</sup> (kg DBO/dia)		Corpo receptor
	Total	Urbana	Coleta	Tratamento	Potencial <sup>(2)</sup>	Remanescente <sup>(3)</sup>	
2000	967.921	951.824	84	3	51.398	50.362	Ribeirão Anhumas e Ribeirão Samambaia: 45 %; Ribeirão Quilombo: 15 %.
2001	967.921	951.824	84	7	51.398	48.981	Ribeirão Anhumas e Ribeirão Samambaia: 45 %; Ribeirão Quilombo: 15 %; Rio Capivari: 40 %.
2002	967.921	951.824	84	7	51.398	48.981	Ribeirão Anhumas e Ribeirão Samambaia: 45 %; Ribeirão Quilombo: 15 %; Rio Capivari: 50 %.
2003	967.921	951.824	84	15	51.398	46.218	Ribeirão Anhumas e Ribeirão Samambaia: 45 %; Ribeirão Quilombo: 15 %; Rio Capivari: 50 %.
2004	967.921	951.824	92	33	51.398	38.915	Ribeirão Anhumas e Ribeirão Samambaia: 45 %; Ribeirão Quilombo: 15 %.
2005	1.029.898	1.015.316	86	34	54.827	42.002	Ribeirão Anhumas e Ribeirão Samambaia: 45 %; Ribeirão Quilombo: 15 %; Rio Capivari: 50 %.

<sup>(1)</sup> Quantidade de matéria orgânica gerada pela população urbana por dia.

<sup>(2)</sup> (0,054 kg DBO/habitante/dia) x (população urbana).

<sup>(3)</sup> carga potencial - [(carga potencial) x (% coletada) x (% tratada) x (eficiência esperada do tratamento)].

Adota-se 80 % de eficiência, desde que a média de todos os sistemas de tratamentos existentes estejam atendendo aos padrões de emissão preconizados no Artigo 18 do Regulamento da Lei nº 997 de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto Estadual Nº 8468 de 8 de setembro de 1976.

Fonte: CETESB (2001); CETESB (2002); CETESB (2003a); CETESB (2004a); CETESB (2005a); CETESB (2006a).

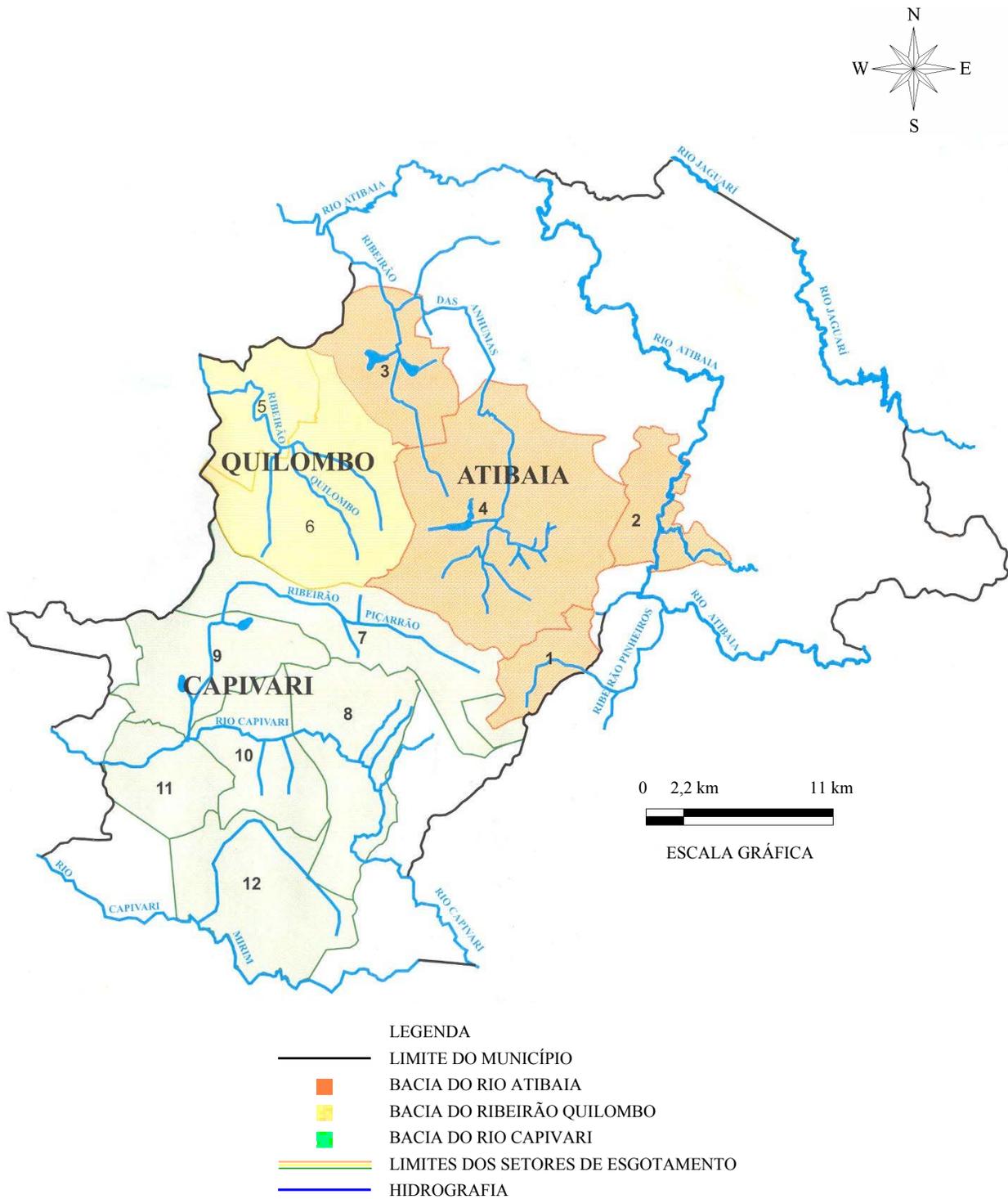


FIGURA 5.24 – Setores de esgotamento de Campinas.

Fonte: SANASA (2005a).

TABELA 5.11 – Setores de esgotamento e respectivas unidades de tratamento de Campinas.

Bacia	Setor de esgotamento		ETE	População Ano 2002 (habitantes)	Vazão média (L/s)	Estágio do Empreendimento 1º semestre 2005
Atibaia	1	Samambaia	Samambaia	39.892	98	Em operação
	2	Sousas / Joaquim Egídio	Sousas / Joaquim Egídio	10.478	72	Em obras
			Arboreto dos Jequitibás	706	4	Em operação
	3	Barão Geraldo	Barão Geraldo	45.585	168	Em análise ambiental
4	Anhumas	Anhumas	247.345	1.044	Em obras	
Quilombo	5	San Martin	San Martin	4.219	17	Em análise ambiental
	6	Amarais	Vó Pureza (Santa Mônica)	25.401	63	Em operação
			Boa Vista / CIATEC	36.727	158	Em operação. Ampliação em análise ambiental
Capivari	7	Piçarrão	Piçarrão / Santa Bárbara	208.489	551	Em operação
	8	Santa Lúcia	Santa Lúcia	132.322	219	Projeto conceitual
			Bandeiras	20.316	67	Projeto conceitual
			Nova América	4.266	11	Projeto conceitual
			Icarai	1.114	3	Em operação
			Mercedes	2.140	8	Projeto conceitual
	9	Campo Grande	PUCC II	13.302	35	Projeto conceitual
			Santa Rosa	4.254	13	Em operação
			Florence	57.968	88	Projeto conceitual
	10	Ouro Verde	Ouro Verde	64.417	256	Projeto conceitual
	11	Friburgo	Marajó	6.847	35	Projeto conceitual
			Itajaí	8.080	38	Projeto conceitual
12	Viracopos	Viracopos	30.000	35	Projeto conceitual	
<b>TOTAL</b>				<b>963.868</b>	<b>2.983</b>	

Fonte: SANASA (2005a).

Conforme constatado em SANASA (2005b), os esgotos do Distrito de Barão Geraldo, exceto da região localizada à esquerda da Rodovia General Milton Tavares de Lima (sentido Campinas – Paulínia) são despejados sem tratamento no Ribeirão das Pedras, pouco antes de sua foz no Ribeirão Anhumas.

De acordo com a Tabela 5.10, o Ribeirão Samambaia e o Ribeirão Anhumas vêm recebendo, juntos, 45 % da carga orgânica gerada pelo Município de Campinas. Porém, segundo a Tabela 5.11, a ETE Samambaia responde por, aproximadamente, 5 % da vazão de todos os setores de esgotamento.

Portanto, considerando-se que no 1º semestre de 2005, a ETE Barão Geraldo estava em análise ambiental e a que ETE Anhumas estava em obras, como, aliás, de acordo com a Figura 5.18, ainda está, estima-se que 40 % da carga orgânica gerada pelo Município de Campinas sejam despejados no Ribeirão Anhumas.

O Distrito de Barão Geraldo, segundo a Tabela 5.11, responde por, aproximadamente, 15% desta parcela. A ETE da UNICAMP foi dimensionada para tratar, em média, uma vazão correspondente a 25 % da capacidade média de tratamento da ETE Barão Geraldo.

Portanto, estima-se que a UNICAMP contribua com 5 % desta carga despejada no Ribeirão Anhumas.

#### **5.2.4. Qualidade ambiental do Ribeirão Anhumas**

Segundo a Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, o Ribeirão Anhumas pertence à Classe 4. Nesta condição, deve ser observado teor de OD superior a 2,0 mg/L em qualquer amostra retirada de suas águas que podem ser destinadas, apenas, à navegação e à harmonia paisagística.

### 5.2.4.1. Cenário histórico

A população de 2000 corresponde à do Censo Demográfico desse mesmo ano. As populações de 2001, 2002, 2003 e 2004 foram obtidas considerando-se a taxa de crescimento de 1,43 % ao ano, calculada a partir da estimativa populacional apresentada por PMC / SEPLAMA (2005b), indicada no Anexo D. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.12.

TABELA 5.12 – Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, entre 2000 e 2004.

Ano	População (habitantes)	Carga poluidora potencial (kg DBO/dia)	Carga poluidora potencial lançada no Ribeirão Anhumas (kg DBO/dia)
2000	969.396	52.347	20.939
2001	983.258	53.096	21.238
2002	997.319	53.855	21.542
2003	1.011.581	54.625	21.850
2004	1.026.046	55.406	22.163

Os resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas constam no Anexo E. Os resultados referentes à DBO e ao OD estão apresentados na Tabela 5.13.

Embora a carga orgânica lançada no Ribeirão Anhumas tenha aumentado anualmente, a concentração média de DBO referente a 2003 mostrou-se inferior à de 2002. Esta queda pode ser explicada pelas chuvas ocorridas nestes anos (Anexo F).

Em 2002 foram registrados 1.143,0 mm de chuva e, em 2003, 1.484,7 mm. Portanto, o conseqüente aumento da vazão do Ribeirão Anhumas pode ter contribuído para a diluição da matéria orgânica. A concentração média de DBO referente a 2004 mostrou-se superior a de 2002 e 2003, para uma chuva registrada de 1.235,7 mm.

Os valores médios de OD em 2002, 2003 e 2004 superaram o mínimo exigido pela legislação. Todavia, os valores mínimos registrados mostraram-se abaixo do que deve ser observado na Classe 4.

TABELA 5.13 – Concentrações de DBO e de OD, referentes ao Ribeirão Anhumas, entre 2002 e 2004.

Ano	Parâmetro	Concentração (mg/L)	
2002	DBO	Mínima	4,0
		Média	19,4
		Máxima	38,0
	OD	Mínimo	0,6
		Médio	2,2
		Máximo	3,0
2003	DBO	Mínima	8,0
		Média	14,0
		Máxima	18,0
	OD	Mínimo	1,7
		Médio	3,7
		Máximo	5,7
2004	DBO	Mínima	12,0
		Média	21,0
		Máxima	40,0
	OD	Mínimo	0,8
		Médio	3,4
		Máximo	5,6

Fonte: CETESB (2003b); CETESB (2004b); CETESB (2005b).

#### 5.2.4.2. Cenário atual

A população de 2005 foi obtida considerando-se a taxa de crescimento de 1,43 % ao ano, calculada a partir da estimativa populacional apresentada por PMC / SEPLAMA (2005b), indicada no Anexo D. Os resultados referentes a este cenário estão apresentados na Tabela 5.14.

Os resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas constam no Anexo E. Os resultados referentes à DBO e ao OD estão apresentados na Tabela 5.15.

TABELA 5.14 – Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, em 2005.

<b>Ano</b>	<b>População (habitantes)</b>	<b>Carga poluidora potencial (kg DBO/dia)</b>	<b>Carga poluidora potencial lançada no Ribeirão Anhumas (kg DBO/dia)</b>
2005	1.040.719	56.199	22.480

TABELA 5.15 – Concentrações de DBO e de OD, referentes ao Ribeirão Anhumas, em 2005.

<b>Ano</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Concentração (mg/L)</b>	
2005	DBO	Mínima	11
		Média	16
		Máxima	29
	OD	Mínimo	1,1
		Médio	2,9
		Máximo	5,4

Fonte: CETESB (2006b).

Embora a carga orgânica lançada no Ribeirão Anhumas tenha aumentado, a concentração média de DBO referente a 2005 mostrou-se inferior a de 2004. Esta queda pode ser explicada pelas chuvas ocorridas nestes anos (Anexo F).

Em 2004 foram registrados 1.235,7 mm de chuva e, em 2005, 1.559,5 mm. Portanto, o conseqüente aumento da vazão do Ribeirão Anhumas pode ter contribuído para a diluição da matéria orgânica.

O valor médio de OD em 2005 superou o mínimo exigido pela legislação. Todavia, o valor mínimo registrado mostrou-se abaixo do que deve ser observado na Classe 4.

### 5.2.4.3. Cenário futuro tendencial

Este cenário, com base nos cenários anteriores, procura retratar o que poderia acontecer na inexistência de qualquer tipo de intervenção.

As populações de 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010, foram obtidas considerando-se a taxa de crescimento de 1,43 % ao ano, calculada a partir da estimativa populacional apresentada por PMC / SEPLAMA (2005b), indicada no Anexo D. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.16.

TABELA 5.16 – Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, entre 2006 e 2010.

Ano	População (habitantes)	Carga poluidora potencial (kg DBO/dia)	Carga poluidora potencial lançada no Ribeirão Anhumas (kg DBO/dia)
2006	1.055.601	57.002	22.801
2007	1.070.696	57.818	23.127
2008	1.086.007	58.644	23.458
2009	1.101.537	59.483	23.793
2010	1.117.289	60.334	24.133

Se no cenário histórico e atual os valores mínimos de OD registrados mostraram-se inferiores ao que deve ser observado na Classe 4, com o aumento da carga orgânica lançada no Ribeirão Anhumas, a tendência é de que o teor de DBO aumente e, conseqüentemente, o teor de OD diminua provocando uma queda, ainda maior, da qualidade ambiental do Ribeirão Anhumas.

### 5.2.4.4. Cenário futuro ideal

Este cenário procura retratar o que poderia acontecer se 100 % dos esgotos despejados no Ribeirão Anhumas fossem previamente tratados. Para tanto, seria necessário que toda a população fosse atendida pelo serviço de coleta de esgotos e que a ETE Anhumas e a ETE Barão Geraldo estivessem em operação.

As populações de 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010, foram obtidas considerando-se a taxa de crescimento de 1,43 % ao ano, calculada a partir da estimativa populacional apresentada por PMC / SEPLAMA (2005b), indicada no Anexo D.

Os resultados estão apresentados na Tabela 5.17, cuja análise permite entender porque seria esta a situação ideal. A redução da carga lançada no Ribeirão Anhumas estaria atrelada à eficiência de tratamento do efluente, devendo ser, no mínimo, de 80 %, segundo legislação vigente.

TABELA 5.17 – Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, entre 2006 e 2010, para ETE Anhumas e ETE Barão Geraldo em operação.

<b>Ano</b>	<b>Carga poluidora potencial (kg DBO/dia)</b>	<b>Carga poluidora potencial a ser lançada no Ribeirão Anhumas (kg DBO/dia)</b>	<b>Carga poluidora removida pela ETE Anhumas (kg DBO/dia)</b>	<b>Carga poluidora removida pela ETE Barão Geraldo (kg DBO/dia)</b>	<b>Carga poluidora remanescente a ser lançada no Ribeirão Anhumas (kg DBO/dia)</b>
2006	57.002	22.801	15.505	2.736	4.560
2007	57.818	23.127	15.726	2.775	4.625
2008	58.644	23.458	15.951	2.815	4.692
2009	59.483	23.793	16.179	2.855	4.759
2010	60.334	24.133	16.411	2.896	4.827

#### 5.2.4.5. Cenário futuro proposto

Este cenário procura retratar o que poderia acontecer se 5 % dos esgotos despejados no Ribeirão Anhumas fossem previamente tratados. Para tanto, seria necessário que a ETE da UNICAMP estivesse em operação.

As populações de 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010, foram obtidas considerando-se a taxa de crescimento de 1,43 % ao ano, calculada a partir da estimativa populacional apresentada por PMC / SEPLAMA (2005b), indicada no Anexo D. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.18.

TABELA 5.18 – Estimativa da carga orgânica poluidora, de origem doméstica, lançada no Ribeirão Anhumas, entre 2006 e 2010, para ETE da UNICAMP em operação.

Ano	Carga poluidora potencial (kg DBO/dia)	Carga poluidora potencial a ser lançada no Ribeirão Anhumas (kg DBO/dia)	Carga poluidora removida pela ETE UNICAMP (kg DBO/dia)	Carga poluidora remanescente a ser lançada no Ribeirão Anhumas (kg DBO/dia)
2006	57.002	22.801	912	21.889
2007	57.818	23.127	925	22.202
2008	58.644	23.458	938	22.519
2009	59.483	23.793	952	22.841
2010	60.334	24.133	965	23.168

Embora pareça pequena, esta queda representa uma ação de grande importância no controle da poluição de corpos d'água. Biologicamente, pode significar o limite de sobrevivência de muitas espécies.

#### 5.2.5. Método de valoração ambiental adotado

As águas do Ribeirão Anhumas, como um recurso natural, poderiam proporcionar à população diversas funções de valor econômico positivo como, por exemplo, matéria-prima, capacidade de assimilação, amenidade, estética, biodiversidade e serviços de suporte à vida

humana, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social de sua bacia. No entanto, constatou-se, até o momento, somente a exaustão da sua capacidade de assimilação e sua completa degradação. Neste contexto, o atual cenário da qualidade ambiental do Ribeirão Anhumas demanda estratégias urgentes de controle da poluição.

Von Sperling (1996) ressalta que, freqüentemente, a principal e, muitas vezes, a única estratégia de controle da poluição por matéria orgânica, é o tratamento individual ou coletivo dos esgotos antes do lançamento.

Assim, os investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP caracterizam-se como os custos de controle para melhorar o atual cenário da qualidade ambiental do Ribeirão Anhumas.

É importante mencionar, no entanto, que os investimentos referentes ao controle ambiental tendem a gerar vários benefícios. No caso do Ribeirão Anhumas, o aumento das possibilidades de utilização das águas do Ribeirão Anhumas como, por exemplo, consumo humano, lazer, irrigação, pesca e proteção de comunidades aquáticas, está condicionado à melhora da qualidade ambiental deste recurso.

Com relação à possibilidade de aplicação dos demais métodos de valoração ambiental exposta na Revisão Bibliográfica, cabe, neste momento, uma breve discussão sobre o assunto.

O método da avaliação contingente permitiria acessar quanto os indivíduos estariam dispostos a pagar pelos benefícios e/ou quanto estariam dispostos a receber na forma de compensação para suportar os prejuízos da degradação ambiental do Ribeirão Anhumas.

O método dos preços hedônicos poderia mensurar a desvalorização dos imóveis localizados nas proximidades do Ribeirão Anhumas pelo seu estado de degradação ou a valorização, em caso de recuperação do corpo d'água.

Para que o método dos custos de viagem pudesse ser aplicado, seria necessária, após a recuperação do Ribeirão Anhumas, a criação de áreas de lazer como, por exemplo, parques abertos à visitação ao longo de seu curso.

O método dos custos de reposição poderia avaliar os gastos necessários para repor a capacidade produtiva de um recurso natural degradado como, por exemplo, as funções de amenidade e estética proporcionadas pela mata ciliar.

Para que o método da produtividade marginal pudesse ser aplicado, seria necessário, após a recuperação do Ribeirão Anhumas, o restabelecimento de suas funções ecossistêmicas. A partir daí, uma avaliação da potencialidade de suporte à pesca, por exemplo, viabilizaria a estimativa do valor do recurso água fornecido gratuitamente pelo meio ambiente.

### **5.3. Simulação de cenários econômicos**

Embora o reúso do efluente tratado pudesse provocar uma diminuição no consumo, tanto da parcela de origem subterrânea, quanto da parcela fornecida pela concessionária, de acordo com o critério especificado no item 4.3, a análise de viabilidade econômica dos investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP foi direcionada à economia de água da SANASA.

#### **5.3.1. Diagnóstico de consumo**

Segundo a CINFRA, a medição do consumo de água fornecida pela SANASA é realizada por meio de sete hidrômetros instalados no *campus*. As atribuições destes aparelhos estão especificadas na Tabela 5.19.

TABELA 5.19 – Hidrômetros instalados na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

<b>Número do hidrômetro</b>	<b>Atribuições</b>	<b>Localização</b>
0000017	Hospital de Clínicas (HC)	Avenida Osvaldo Cruz
0000352	Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher (CAISM)	Rua Adolfo Lutz
0000794	Triagem	Rua Vital Brasil
0331001	Reitoria	Praça Carlos Drumond de Andrade (rotatória de acesso à UNICAMP pela Avenida Doutor Romeu Tórtima).
0331002		
0002545	Teatro de Arena	
0002552		

Fonte: Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

O diagnóstico de consumo foi feito com base na observação das respectivas faturas de 2004 e 2005. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.20.

Por exemplo, para o hidrômetro 0000017, registrou-se um consumo de 11.870 m<sup>3</sup> em julho de 2004 e de 12.668 m<sup>3</sup> em julho de 2005. A média calculada a partir destes valores resultou em 12.269 m<sup>3</sup>. Este cálculo foi repetido para todos os meses, para posteriormente, calcular-se o consumo médio mensal que, por sua vez, resultou em 12.142 m<sup>3</sup> para este hidrômetro. Esta seqüência foi repetida para cada um dos hidrômetros.

TABELA 5.20 – Diagnóstico do consumo de água da SANASA da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

<b>Número do hidrômetro</b>		<b>0000017</b>	<b>0000352</b>	<b>0000794</b>	<b>0331001</b>	<b>0331002</b>	<b>0002545</b>	<b>0002552</b>	<b>Total</b>
<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Janeiro</b>	11.363	4.688	4.671	1.241	1.274	3.024	2.946	29.207
	<b>Fevereiro</b>	12.306	5.056	6.118	1.557	1.602	3.007	3.004	32.650
	<b>Março</b>	11.556	5.578	7.362	4.065	4.234	3.066	2.824	38.682
	<b>Abril</b>	12.883	5.212	7.698	5.300	5.535	3.066	3.297	42.989
	<b>Mai</b>	11.696	6.316	7.039	3.647	3.812	2.923	2.917	38.348
	<b>Junho</b>	11.609	5.390	6.115	4.702	4.909	2.797	2.786	38.307
	<b>Julho</b>	12.269	6.065	6.545	4.436	4.648	2.812	2.800	39.573
	<b>Agosto</b>	12.446	5.895	6.357	3.561	3.751	2.846	2.835	37.690
	<b>Setembro</b>	11.346	5.612	6.753	5.359	5.640	3.314	3.298	41.320
	<b>Outubro</b>	12.726	5.850	5.904	5.336	5.627	3.616	3.614	42.671
	<b>Novembro</b>	12.002	5.774	5.589	3.812	4.026	3.331	3.323	37.856
	<b>Dezembro</b>	13.503	4.368	6.154	3.458	3.670	3.410	3.434	37.996
	<b>Média</b>	<b>12.142</b>	<b>5.483</b>	<b>6.359</b>	<b>3.873</b>	<b>4.060</b>	<b>3.101</b>	<b>3.090</b>	<b>38.108</b>
	<b>Mínimo</b>	<b>11.346</b>	<b>4.368</b>	<b>4.671</b>	<b>1.241</b>	<b>1.274</b>	<b>2.797</b>	<b>2.786</b>	<b>29.207</b>
	<b>Máximo</b>	<b>13.503</b>	<b>6.316</b>	<b>7.698</b>	<b>5.359</b>	<b>5.640</b>	<b>3.616</b>	<b>3.614</b>	<b>42.989</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>671,80</b>	<b>570,99</b>	<b>812,28</b>	<b>1.349,78</b>	<b>1.424,89</b>	<b>260,87</b>	<b>286,58</b>	<b>3.894,02</b>	
<b>Representatividade (%)</b>		<b>31,86</b>	<b>14,39</b>	<b>16,69</b>	<b>10,16</b>	<b>10,66</b>	<b>8,14</b>	<b>8,11</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Prefeitura da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

### 5.3.2. Estimativa da vazão de reúso

A relação adotada por Mendes (2000b) entre a quantidade de esgoto que retorna à rede e a quantidade de água servida à população foi de 0,85 ou 85 %. A quantidade de esgoto que não retorna à rede deve-se, por exemplo, à lavagem de pisos internos e externos.

Este uso pode ser considerado menos nobre, ou seja, não demanda, necessariamente, a utilização de água potável. Supondo, portanto, que o efluente tratado pudesse ser utilizado para este e outros fins, a vazão de reúso estimada corresponde a 15 % consumo médio de água no *campus*, nos meses antecedentes à fase de projeto da ETE da UNICAMP, ou seja, 13.500 m<sup>3</sup>/mês. Esta vazão foi dividida proporcionalmente à representatividade de cada hidrômetro segundo a Tabela 5.20. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.21.

TABELA 5.21 – Vazão de reúso para cada hidrômetro.

<b>Número do hidrômetro</b>	<b>Vazão de reúso (m<sup>3</sup>/mês)</b>
0000017	4.301
0000352	1.943
0000794	2.253
0331001	1.372
0331002	1.438
0002545	1.098
0002552	1.095
<b>Total</b>	<b>13.500</b>

Por exemplo, o consumo médio mensal calculado para o hidrômetro 0000017 resultou em 12.142 m<sup>3</sup> que representa, aproximadamente, 31,86 % do consumo mensal total do *campus*. Assim, a vazão de reúso para este hidrômetro resultou em 4.301 m<sup>3</sup>/mês.

É importante lembrar, no entanto, que seria necessário um rigoroso estudo que possibilitasse identificar todas as possibilidades de utilização do efluente tratado no *campus*. Mas, por não ser este o escopo da presente pesquisa, optou-se por adotar uma fração conservadora para o cálculo da vazão de reúso.

### 5.3.3. Simulação dos valores das faturas de água

Para definir a tarifa, foram considerados os valores aplicados pela SANASA, segundo a Resolução Tarifária N° 01, de 23 de julho de 2005, para a Categoria Pública.

As tarifas de água são cobradas de acordo com a faixa de consumo. Atribui-se valor mínimo para a determinação da fatura de água, em edifícios enquadrados na Categoria Pública, para consumo de até 10 m<sup>3</sup>/mês. Acima deste valor, as tarifas são calculadas de maneira progressiva, deduzindo-se uma parcela correspondente a um ajuste para facilitar o cálculo do valor da conta. E, por fim, o valor é multiplicado por dois (fator de água e esgoto), considerando-se a cobrança pelos serviços de água (tratamento e distribuição) e esgoto (coleta e afastamento). Os valores considerados para o cálculo da tarifa estão listados na Tabela 5.22.

TABELA 5.22 – Valores aplicados para determinação da fatura de água em edifícios enquadrados na Categoria Pública no Município de Campinas.

<b>Consumo (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Tarifa (R\$)</b>	<b>Parcela a deduzir (R\$)</b>
0 a 10	13,818/mês	0,00
11 a 20	3,90/m <sup>3</sup>	25,18
21 a 40	6,50/m <sup>3</sup>	77,18
41 a 50	7,80/m <sup>3</sup>	129,18
Acima de 50	10,15/m <sup>3</sup>	246,68

Fonte: Adaptado de SANASA (2006).

A simulação dos valores das faturas de água foi elaborada a partir do diagnóstico de consumo e da estimativa da vazão de reúso. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.23. Considerou-se, também, que os hidrômetros 0000017, 0000352 e 0000794 têm desconto de 50 % sobre o valor total de suas faturas.

TABELA 5.23 – Simulação dos valores das faturas de água da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

Número do hidrômetro	Sem reúso (R\$)	Com reúso (R\$)	Diferença (R\$)
0000017	122.994,62	79.339,47	43.655,15
0000352	55.405,77	35.684,32	19.721,45
0000794	64.297,17	41.429,22	22.867,95
0331001	78.128,54	50.276,94	27.851,60
0331002	81.924,64	52.733,24	29.191,40
0002545	62.456,94	40.167,54	22.289,40
0002552	62.233,64	40.005,14	22.228,50
<b>Total</b>	<b>527.441,32</b>	<b>339.635,87</b>	<b>187.805,45</b>

Por exemplo, para hidrômetro 0000017, cujo consumo médio mensal calculado resultou em 12.142 m<sup>3</sup>, o valor da fatura sem a possibilidade de reúso foi de:

$$\left( (12.142 \text{m}^3 \times \text{R}\$10,15/\text{m}^3) - \text{R}\$246,68 \right) \times 2 = \text{R}\$245.989,24 \quad (5.3)$$

Considerando-se o desconto de 50 % sobre o valor total da fatura, obteve-se:

$$0,50 \times \text{R}\$245.989,24 = \text{R}\$122.994,62 \quad (5.4)$$

A vazão de reúso calculada para este hidrômetro resultou em 4.301 m<sup>3</sup>/mês. Portanto, o consumo médio mensal com a possibilidade de reúso resultou em 7.841 m<sup>3</sup>. Assim, o valor da fatura foi de:

$$\left( (7.841 \text{m}^3 \times \text{R}\$10,15/\text{m}^3) - \text{R}\$246,68 \right) \times 2 = \text{R}\$158.678,94 \quad (5.5)$$

Considerando-se o desconto de 50 % sobre o valor total da fatura, obteve-se:

$$0,50 \times \text{R}\$158.678,94 = \text{R}\$79.339,47 \quad (5.6)$$

Portanto, a economia, neste caso, foi de:

$$\text{R}\$122.994,62 - \text{R}\$79.339,47 = \text{R}\$43.655,15 \quad (5.7)$$

Esta seqüência foi repetida para cada um dos aparelhos, lembrando-se que os hidrômetros 0331001, 0331002, 0002545 e 0002552 não possuem desconto de 50 % sobre o valor total de suas faturas.

#### **5.3.4. Simulação das despesas**

As despesas consideradas incluem os investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP (R\$ 6.106.879,60) e os respectivos custos de operação e manutenção (R\$ 23.400,00 por mês).

#### **5.3.5. Estimativa da vida útil do empreendimento**

De acordo com os critérios mencionados no item 4.3, para a ETE da UNICAMP, considerou-se como vida útil, um período de 240 meses (20 anos).

#### **5.3.6. Simulação dos fluxos de caixa e cálculo dos indicadores econômicos**

O período de análise foi de 240 meses (20 anos). Os indicadores econômicos foram calculados para 12, 60, 120, 180 e 240 meses.

Para o cálculo dos indicadores selecionados, adotou-se uma taxa de desconto, ou taxa de atratividade, igual a 1,5 % a.m., que corresponde, aproximadamente, à Taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia). Esta é uma taxa de juros nominal, ou seja, é composta por uma parcela referente à taxa de juros reais e outra devido à inflação no período considerado. A definição e a variação da Taxa Selic, durante 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005, constam no Anexo G.

Outras taxas de investimento podem, também, ser adotadas conforme a política financeira adotada pelo tomador de decisão. No Anexo H, são apresentados os rendimentos da poupança referentes a 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005, sendo a média atingida, neste último ano, de 0,73 % a. m.

Dois cenários fizeram parte da presente análise:

- Cenário A: consumo e redução (receita) constante a partir do 2º mês; e,
- Cenário B: sem redução de consumo (receita) em janeiro, fevereiro, julho e dezembro (meses de férias).

Tendo em vista os baixos índices de inflação registrados na economia nacional, optou-se por realizar os fluxos de caixa em Reais.

No Anexo I, são apresentadas as cotações médias mensais do Dólar e do Euro, referentes a 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005.

Os resultados obtidos estão exibidos na Tabela 5.24. Consta, no Anexo J, a tabela utilizada para composição do fluxo de caixa referente ao cenário A.

Considerando-se o período de retorno de investimentos máximo igual à vida útil do empreendimento, ou seja, 240 meses, verifica-se a viabilidade do investimento quando o *payback* atualizado for menor que 20 anos, o valor presente líquido e o valor presente líquido unitário forem positivos, a taxa interna de retorno for maior que a taxa de atratividade (1,5 % a. m.) e a relação benefício-custo for maior que um.

Da Tabela 5.24, verifica-se que o cenário A é o mais favorável e o cenário B, cujo comportamento dos indicadores está ilustrado na Figura 5.25, o menos favorável à concretização do empreendimento.

TABELA 5.24 – Indicadores para os cenários A e B.

Indicador		Cenário	
		A	B
<b>Payback atualizado</b>		58 meses	162 meses
<b>Valor presente líquido (R\$)</b>	<b>12 meses</b>	- 4.432.173,69	- 4.933.248,99
	<b>60 meses</b>	179.725,35	- 2.105.209,47
	<b>120 meses</b>	2.790.481,50	- 504.280,77
	<b>180 meses</b>	3.859.053,46	150.972,90
	<b>240 meses</b>	4.296.415,66	419.165,58
<b>Valor presente líquido unitário</b>	<b>12 meses</b>	- 0,73	-0,81
	<b>60 meses</b>	0,03	-0,34
	<b>120 meses</b>	0,46	-0,08
	<b>180 meses</b>	0,63	0,02
	<b>240 meses</b>	0,70	0,07
<b>Taxa interna de retorno (% a. m.)</b>	<b>12 meses</b>	-14,55	-18,72
	<b>60 meses</b>	1,61	0,00
	<b>120 meses</b>	2,47	1,30
	<b>180 meses</b>	2,59	1,55
	<b>240 meses</b>	2,61	1,61
<b>Benefício-custo</b>	<b>12 meses</b>	0,27	0,19
	<b>60 meses</b>	1,03	0,66
	<b>120 meses</b>	1,46	0,92
	<b>180 meses</b>	1,63	1,02
	<b>240 meses</b>	1,70	1,07

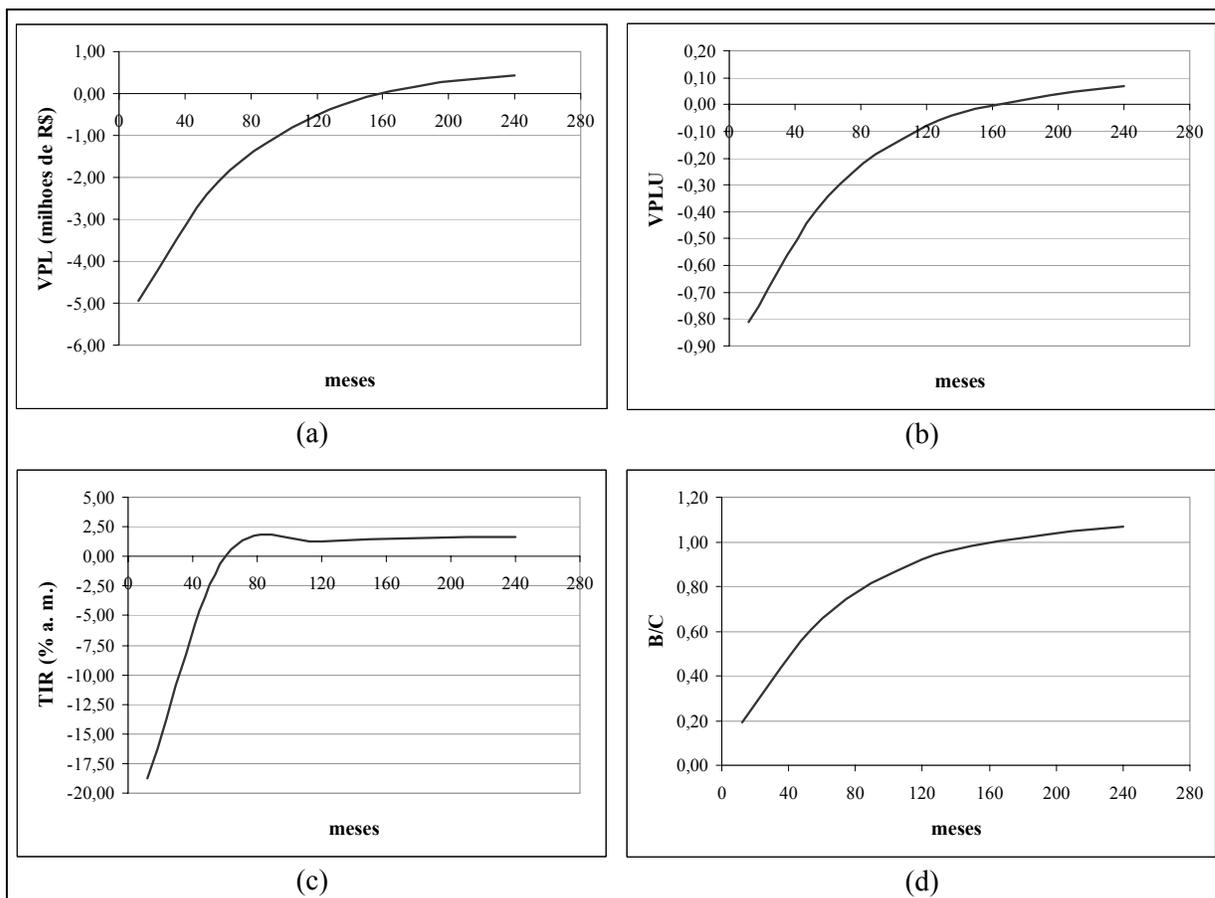


FIGURA 5.25 – Indicadores para o cenário B.

Para analisar a sensibilidade do investimento, ou seja, como os indicadores se comportam ao ocorrerem alterações de alguns fatores, optou-se por verificar a influência de acréscimos nos valores das despesas consideradas.

Foram realizadas, então, simulações para acréscimos no valor das despesas, partindo-se do cenário B, entre 2 e 8 %, para os investimentos necessários à construção (R\$ 6.106.879,60) e entre 5 e 30 % para os custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP (R\$ 23.400,00 por mês).

Na Tabela 5.25, estão apresentados os períodos de retorno de investimentos e os indicadores (240 meses) para cada reajuste entre 2 e 8 %. Verifica-se que o limite de acréscimo sobre o valor do empreendimento, para que este ainda seja considerado viável, é de 6 %. O comportamento dos indicadores perante este aumento está ilustrado na Figura 5.26.

TABELA 5.25 – Indicadores para os acréscimos no valor dos investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP.

Indicador (240 meses)	Reajuste			
	2 % R\$ 6.229.017,19	4 % R\$ 6.351.154,78	6 % R\$ 6.473.292,38	8 % R\$ 6.595.429,97
<i>Payback atualizado</i>	177	197	222	> 240
<b>Valor presente líquido (R\$)</b>	298.832,98	178.500,37	58.167,77	- 62.164,83
<b>Valor presente líquido unitário</b>	0,05	0,03	0,01	- 0,01
<b>Taxa interna de retorno (% a. m.)</b>	1,58	1,55	1,52	1,48
<b>Benefício-custo</b>	1,05	1,03	1,01	0,99

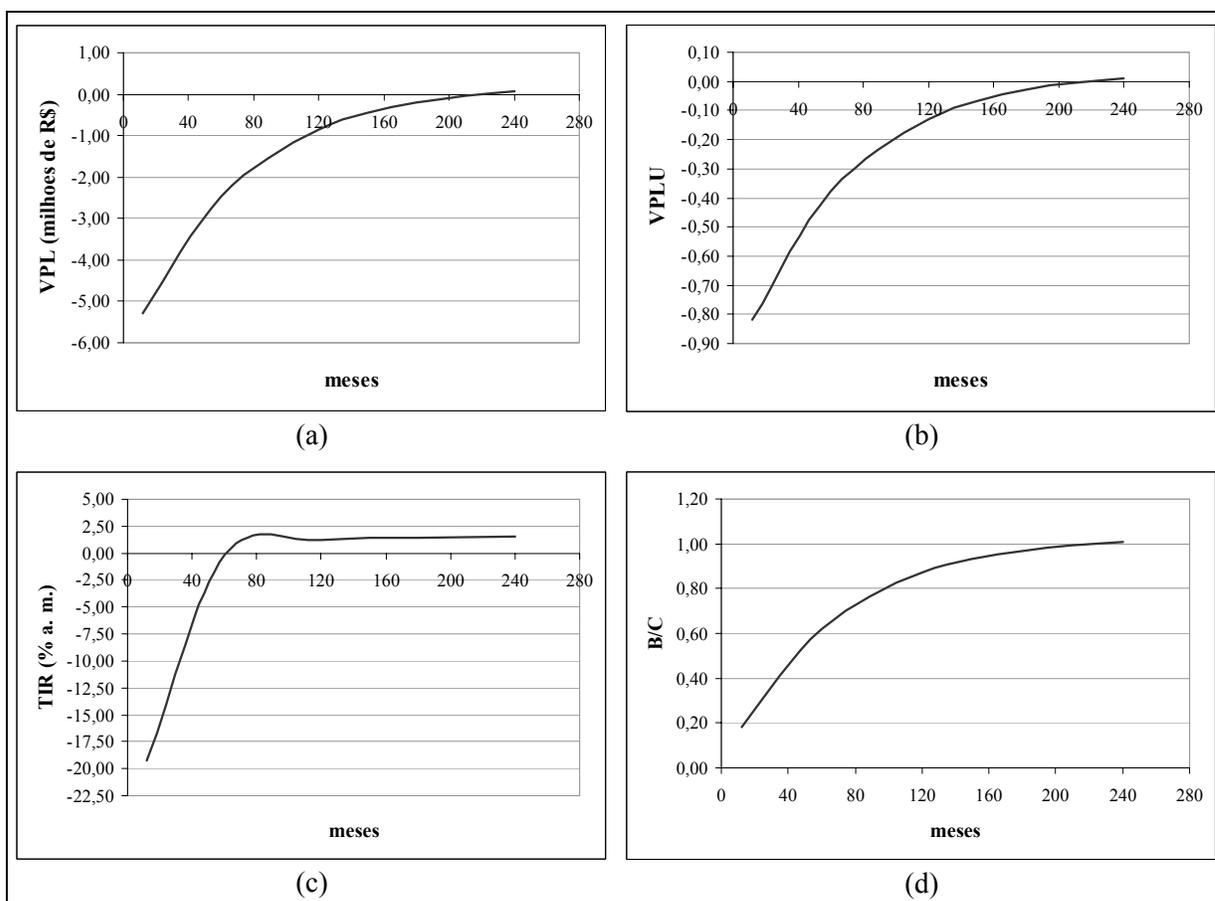


FIGURA 5.26 – Indicadores para acréscimo de 6 % sobre o valor dos investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP.

Na Tabela 5.26, estão apresentados os períodos de retorno de investimentos e os indicadores (240 meses) para cada reajuste entre 5 e 30 %. Verifica-se que o limite de acréscimo sobre o valor dos custos de operação e manutenção, para que o empreendimento ainda seja considerado viável, é de 25 %. O comportamento dos indicadores perante este aumento está ilustrado na Figura 5.27.

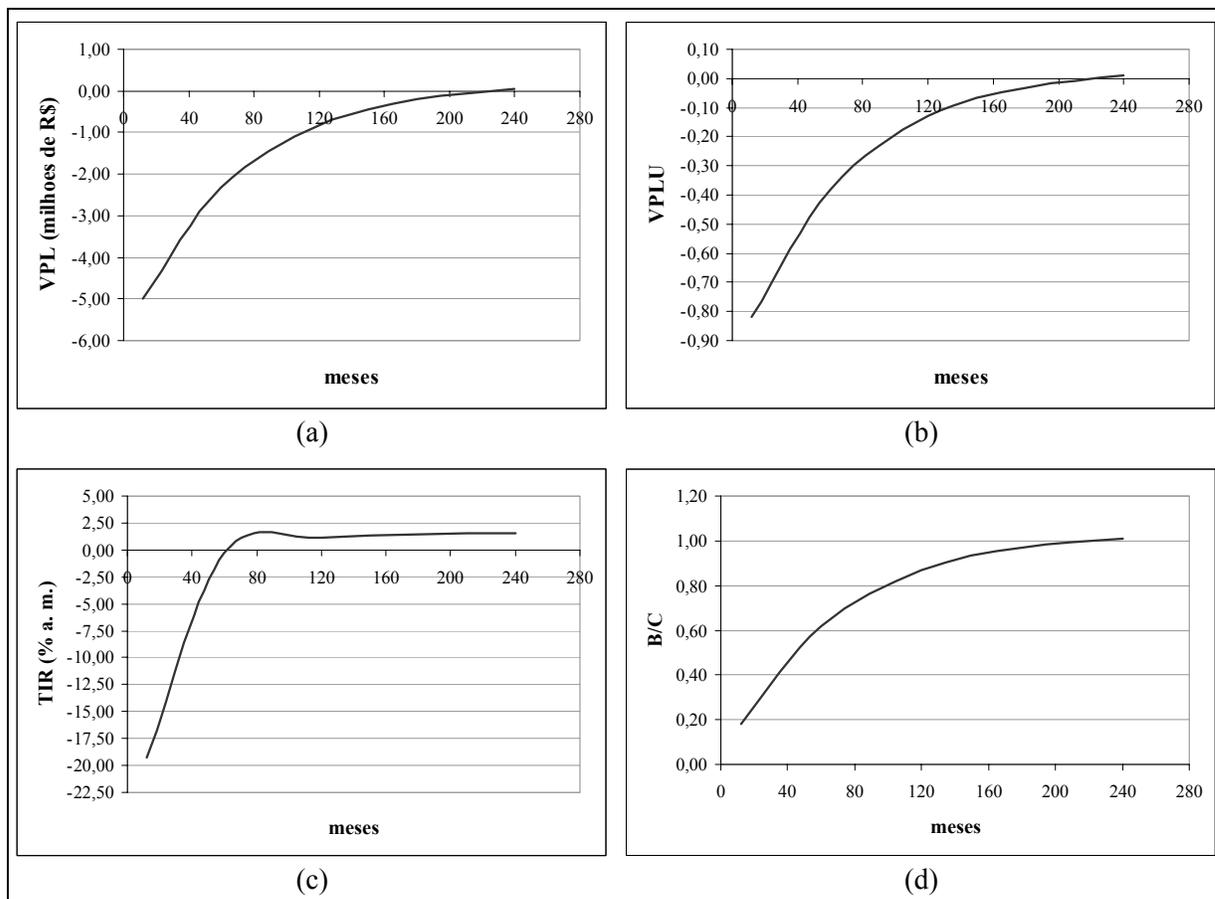


FIGURA 5.27 – Indicadores para acréscimo de 25 % sobre o valor dos custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP.

TABELA 5.26 – Indicadores para os acréscimos no valor dos custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP.

Reajuste	Indicador (240 meses)				
	<i>Payback</i> atualizado	Valor presente líquido (R\$)	Valor presente líquido unitário	Taxa interna de retorno (% a. m.)	Benefício-custo
<b>5 %</b> <b>R\$ 24.570,00</b>	171	344.474,93	0,06	1,59	1,06
<b>10 %</b> <b>R\$ 25.740,00</b>	179	269.784,28	0,04	1,57	1,04
<b>15 %</b> <b>R\$ 26.910,00</b>	190	195.093,64	0,03	1,55	1,03
<b>20 %</b> <b>R\$ 28.080,00</b>	208	120.402,99	0,02	1,53	1,02
<b>25 %</b> <b>R\$ 29.250,00</b>	225	45.712,34	0,01	1,51	1,01
<b>30 %</b> <b>R\$ 30.420,00</b>	> 240	- 28.978,30	0,00	1,49	1,00

Para efeito de comparação, na Figura 5.28, é apresentada a sobreposição dos gráficos mostrados nas Figuras 5.26 e 5.27. A curva marcada por (—) refere-se aos indicadores para acréscimo de 6 % sobre o valor dos investimentos necessários à construção e a curva marcada por (—) refere-se aos indicadores para acréscimo de 25 % sobre o valor dos custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP.

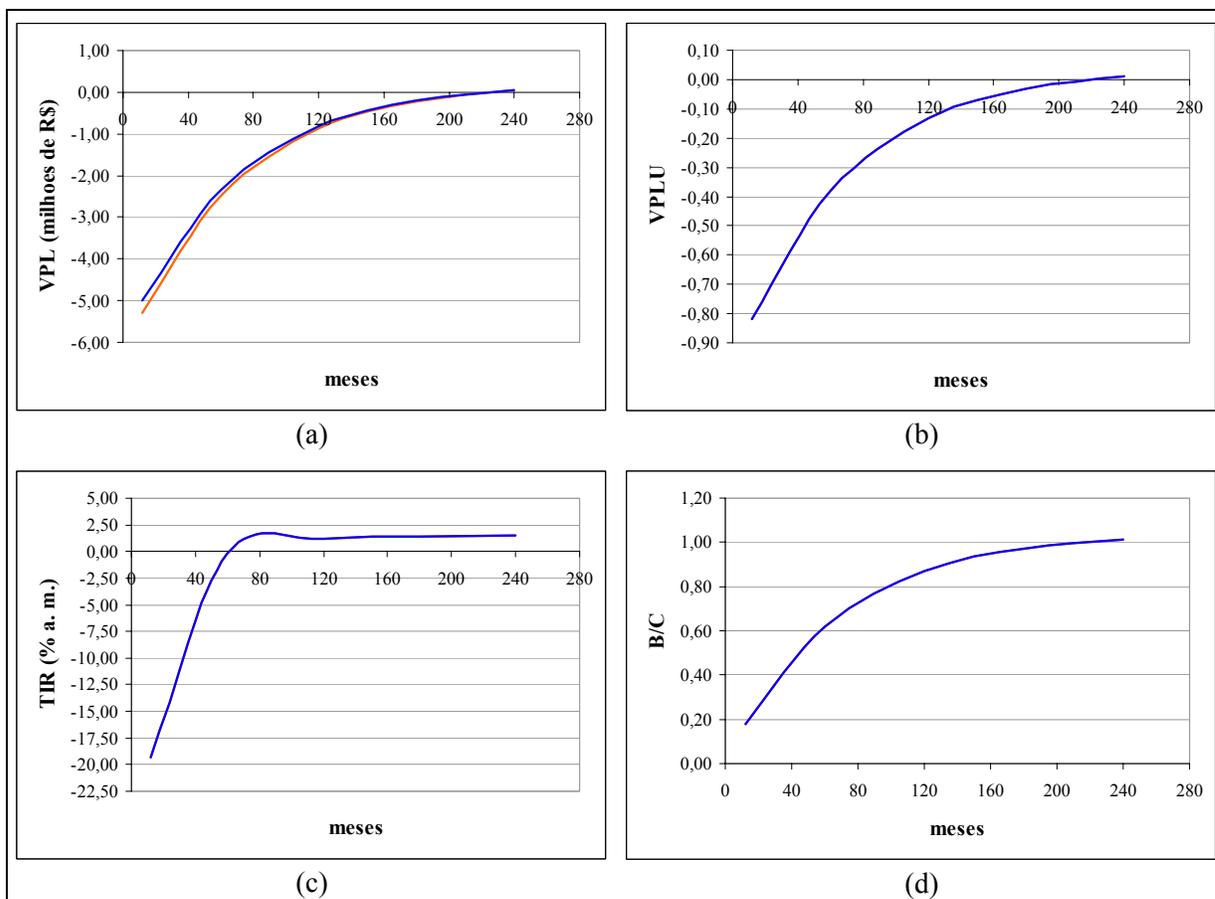


FIGURA 5.28 – Comparação entre os indicadores para acréscimos de 6 % sobre o valor dos investimentos necessários à construção e de 25 % sobre o valor dos custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP.

Com relação ao VPL (Figura 5.28 (a)), a maior diferença, de R\$ 298.131,90, foi verificada no período de 12 meses.

O VPLU (Figura 5.28 (b)), a TIR (Figura 5.28 (c)) e a relação B/C, (Figura 5.28 (d)) apresentaram o mesmo comportamento durante todo o período de análise.

Finalmente, é importante comentar que ao final da vida útil, o valor a ser reaplicado para a manutenção do funcionamento da ETE da UNICAMP deverá ser inferior ao investido inicialmente, tendo em vista que somente algumas partes da obra deverão ser reconstituídas, ou seja, ao final desse período, há um valor residual que, por sua vez, não foi considerado para a composição dos fluxos de caixa.

## **6. Conclusões**

Com relação à caracterização dos investimentos necessários à construção da Estação Escola de Tratamento de Esgotos da Universidade Estadual de Campinas aplicando-se um método de valoração ambiental, procurou-se construir cenários para retratar a qualidade ambiental do corpo receptor dos esgotos da Cidade Universitária “Zeferino Vaz”.

Os principais resultados obtidos mostraram uma situação extremamente preocupante. Perante a legislação vigente, o Ribeirão Anhumas, receptor de 40 % da carga orgânica gerada pelo Município de Campinas, pertence à Classe 4. No entanto, os resultados das análises realizadas em suas águas evidenciaram o não atendimento às exigências desta classe. Este fato vem despertar, portanto, para a necessidade urgente de ações que propiciem a melhora e até a reversão desta condição.

Num contexto em que freqüentemente a água que abastece os centros urbanos é captada a poucos metros de locais onde o esgoto é despejado sem tratamento, torna-se fundamental a adoção de estratégias de controle da poluição. Estratégias estas, geralmente representadas pelo tratamento dos esgotos antes do lançamento.

Assim, os investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP foram caracterizados como os custos de controle para melhorar a atual qualidade ambiental do Ribeirão Anhumas.

Estes custos, como visto na Revisão Bibliográfica, representam os investimentos necessários para compensar o consumo de recursos naturais e contribuem para manter um nível sustentável de exploração, permitindo o aproveitamento desses pelas futuras gerações.

Com relação à análise de viabilidade econômica dos investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP considerando-se o reúso do efluente tratado, procurou-se construir um modelo capaz de simular a evolução do empreendimento.

Com relação à taxa de atratividade, ressalta-se que este é um parâmetro utilizado para balizar o tomador de decisão sobre investimento. De maneira a obter resultados mais conservadores, optou-se por considerar uma taxa de desconto ou de atratividade de 1,5 % a. m., valor aproximado da taxa Selic. Vale lembrar que o rendimento médio da poupança em 2005 foi de 0,73 % a. m.

O aumento na tarifa de água, por surtir efeito positivo nas análises realizadas, não foi levado em consideração.

Com base nestas diretrizes, foram propostos dois cenários. Os indicadores calculados com base no fluxo de caixa referente ao cenário mais crítico comprovaram a viabilidade econômica do empreendimento. O período de retorno de investimentos atingido foi de 162 meses, inferior à vida útil estimada para a obra.

As análises de sensibilidade apontaram, como limite de viabilidade econômica, acréscimos de 6 % sobre o valor dos investimentos necessários à construção e de 25 % sobre o valor dos custos de operação e manutenção da ETE da UNICAMP. Os respectivos períodos de retorno de investimentos obtidos foram de 222 e 225 meses.

O *payback* atualizado representou, neste empreendimento, o ponto onde os demais indicadores mudaram de comportamento, ou seja, foi a partir deste período que o VPL e o VPLU passaram a ser positivos, a TIR superou a taxa de atratividade e a relação B/C foi maior que um.

Finalmente, para o desenvolvimento de trabalhos futuros, recomenda-se:

- Acompanhamento, após o início da operação da ETE Anhumas, da qualidade ambiental do Ribeirão Anhumas. Tentar identificar a partir de que momento suas águas começam a atender as condições inerentes à Classe 4. Posteriormente, estudar a possibilidade de enquadramento na Classe 3.
- Aplicação dos demais métodos de valoração ambiental, conforme discutido no item 5.2.5.
- O estudo de identificação das possibilidades de utilização do efluente tratado no *campus*.

## **Anexos**

**Anexo A – Ofícios encaminhados à SANASA para solicitação de dados**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,**  
**ARQUITETURA E URBANISMO.**  
Departamento de Saneamento e Ambiente

Cidade Universitária "Zeferino Vaz", 09 de novembro de 2005

Ilmo Sr.  
Aurélio Cance Júnior  
Diretor Técnico  
SANASA - Campinas  
UNICAMP

**Assunto: disponibilização de dados de monitoramento-Ribeirão Anhumas  
para dissertação de mestrado**

Prezado Senhor:

Estou orientando uma dissertação de mestrado na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, onde serão avaliados os impactos, acreditamos positivos, da possível disposição final dos esgotos tratados de Barão Geraldo no Ribeirão Anhumas.

Para finalização da dissertação, estamos necessitando de uma série de dados de monitoramento do referido corpo aquático. Principalmente, valores de parâmetros, como DQO, DBO, OD, etc.

Dessa forma, solicito, se possível, uma consulta sobre esses dados, para que a minha aluna de mestrado, Enga. Ane Caroline Grisólio Machion, possa finalizar o seu trabalho.

Desde já, agradeço a sua valiosa colaboração e me comprometo em consultá-lo antes de divulgar qualquer resultado, inclusive lhe enviarei uma cópia da dissertação, assim que for concluída, pois espero que seja útil para a SANASA.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Roberto Guimarães  
Matrícula 24561-5

A handwritten signature in blue ink that reads "José Roberto Guimarães".

Prof. Dr. José Roberto Guimarães

Fone: 3788.2378 ou 3788.2305  
e-mail: jorober@fec.unicamp.br

CAMPINAS, 6 DE DEZEMBRO DE 2005

PREZADO(A) SENHOR(A)

**ANE CAROLINE G MACHION**

RUA NAIR PIMENTA DA SILVA, 65  
RES TERRA NOVA  
CAMPINAS - SP 13083-690

CONFORME SUA SOLICITACAO P/ DISSERTACAO DE MESTRADO, ORIENTAMOS A  
MESMA A REENVINDICAR OFICIO A CETESB POR SE TRATAR DE DADOS PERNI-  
TENTES DAQUELE ORGAO.

PROTOCOLO ==> 2005/51974

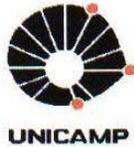
S.S.E. =====>

CONSUMIDOR ==> 2667491 REGIAO ==> 17

ATENCIOSAMENTE,

  
\_\_\_\_\_  
SANASA - ATENDIMENTO

AGENCIA DE ATENDIMENTO BARAO GERALDO  
RUA LUIZ VICENTIM, 206  
CENTRO - BARAO GERALDO  
DE SEGUNDA A SEXTA FEIRA DAS 08:00 AS 16:00 HS  
FONE : 0800.7721195



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,**  
**ARQUITETURA E URBANISMO.**  
Departamento de Saneamento e Ambiente

Cidade Universitária "Zeferino Vaz", 29 de novembro de 2005

Ilmo Sr.  
Aurélio Cance Júnior  
Diretor Técnico  
SANASA - Campinas  
UNICAMP

**Assunto: disponibilização de dados da Bacia Natural de Drenagem do Atibaia  
para dissertação de mestrado**

Prezado Senhor:

Estou orientando uma dissertação de mestrado na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, onde serão avaliados os impactos, acreditamos positivos, da possível disposição final dos esgotos tratados de Barão Geraldo no Ribeirão Anhumas.

Para finalização da dissertação, estamos necessitando de uma série de dados da referida Bacia, incluindo o traçado da rede, mais especificamente detalhes sobre o encaminhamento do esgoto coletado no Distrito de Barão Geraldo. Caso haja possibilidade de disponibilização desses dados, gostaríamos de uma autorização para digitalização do material fornecido.

Dessa forma, solicito, se possível, uma consulta sobre esses dados, para que a minha aluna de mestrado, Enga. Ane Caroline Grisólio Machion, possa finalizar o seu trabalho.

Desde já, agradeço a sua valiosa colaboração e me comprometo em consultá-lo antes de divulgar qualquer resultado, inclusive lhe enviarei uma cópia da dissertação, assim que for concluída, pois espero que seja útil para a SANASA.

Atenciosamente,

*Prof. Dr. José Roberto Guimarães*  
*Matrícula 24591-5*  
Prof. Dr. José Roberto Guimarães

Fone: 3788.2378 ou 3788.2305  
e-mail: [jrober@fec.unicamp.br](mailto:jrober@fec.unicamp.br)

CAMPINAS, 27 DE DEZEMBRO DE 2005

PREZADO(A) SENHOR(A)

**ANE CAROLINE G MACHION**

RUA NAIR PIMENTA DA SILVA, 65  
RES TERRA NOVA  
CAMPINAS - SP 13083-690

**SOLICITAMOS COMPARECER NO ENDERECO E HORARIO INDICADOS ABAIXO  
PARA RETIRAR ARQUIVO DIGITAL DA PLANTA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO D  
E BARAO GERALDO.**

COMPARECER NO PRAZO DE 5 DIAS A CONTAR DO RECEBIMENTO DESTA CARTA.

PROTOCOLO == > 2005/55499

S.S.E. =====>

CONSUMIDOR == > 2667491 REGIAO == > 17

ATENCIOSAMENTE,

  
\_\_\_\_\_  
SANASA - ATENDIMENTO

AGENCIA DE ATENDIMENTO BARAO GERALDO  
RUA LUIZ VICENTIM, 206  
CENTRO - BARAO GERALDO  
DE SEGUNDA A SEXTA FEIRA DAS 08:00 AS 16:00 HS  
FONE : 0800.7721195

## Anexo B – Seqüência de operação dos tanques de aeração

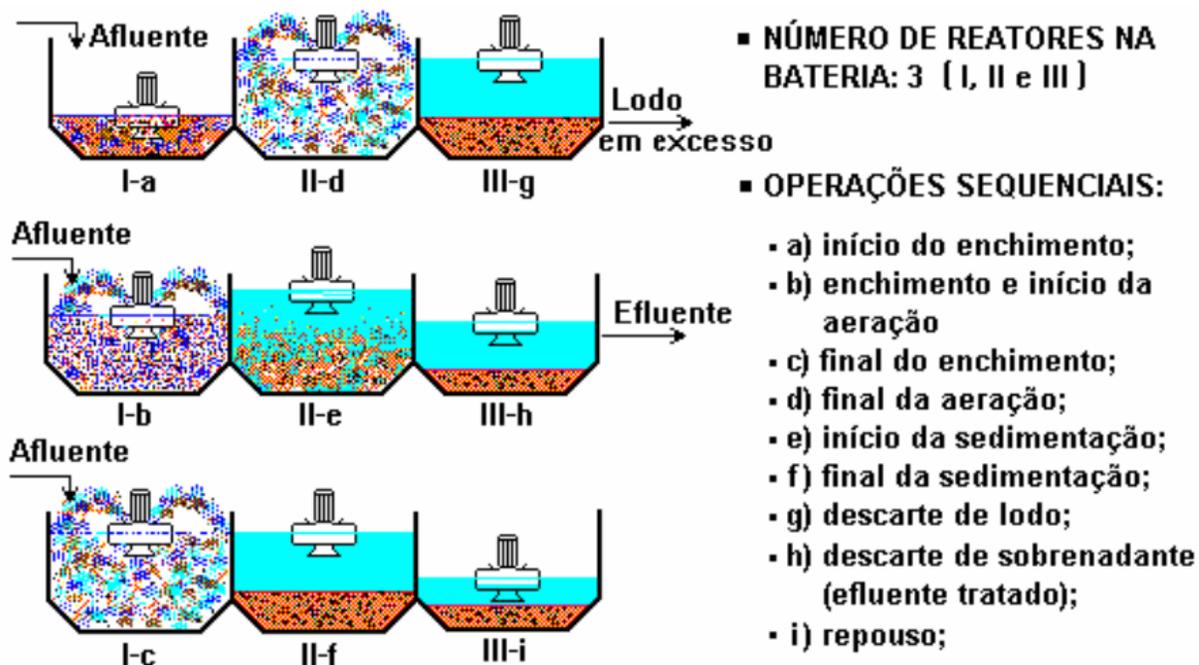


FIGURA B.1 – Ciclo de operações seqüenciais em uma bateria de três reatores de lodos ativados tipo batelada.

Fonte: MENDES (2000a).

## **Anexo C – Definição e variação do Índice de Preços de Obras Públicas**

Os Índices de Preços da Construção Civil e dos Serviços Gerais de Mão de Obra são utilizados para o reajuste de contratos de obras públicas e dos serviços gerais com predominância de mão de obra no âmbito da Administração do Governo do Estado de São Paulo, como determina o Decreto Estadual Nº 27.133 de 26 de julho de 1987, com alteração introduzida pelo Decreto Estadual Nº 45.113 de 28 de agosto de 2000. Os Índices de Preços são calculados pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – FIPE e são divulgados mensalmente no Diário Oficial do Estado pela Assessoria de Política Econômica da Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo. São 22 índices de preços específicos para cada tipo de obra ou serviço (SÃO PAULO, 2006a).

A aplicação dos Índices de Preços divulgados deve obedecer às Legislações Estaduais e Federais em vigor para o cálculo de reajuste dos contratos. Atualmente, devem ser considerados o Decreto Estadual Nº 27.133 de 26 de julho de 1987, Decreto Estadual Nº 45.113 de 28 de agosto de 2000, artigo 15 da Lei Federal Nº 8.880 de 27 de maio de 1994, artigo 28 da Lei Federal Nº 9.069 de 29 de junho de 1995 e artigo 2º da Medida Provisória Nº 1.875-53 de 28 de julho de 1999 e as subseqüentes e a Lei Federal Nº 10.192 de 14 de fevereiro de 2001 (SÃO PAULO, 2006a).

TABELA F.1 – Variação do Índice de Preços de Obras Públicas.

<b>Mês</b>	<b>Reservatórios</b>	
	<b>Ano Base</b>	
	<b>2001</b>	<b>2005</b>
<b>Janeiro</b>	184,339	319,823
<b>Fevereiro</b>	185,416	320,953
<b>Março</b>	185,331	321,387
<b>Abril</b>	185,261	321,875
<b>Maiο</b>	190,973	327,990
<b>Junho</b>	195,468	329,048
<b>Julho</b>	199,359	329,194
<b>Agosto</b>	201,347	329,465
<b>Setembro</b>	202,970	330,998
<b>Outubro</b>	203,565	331,593
<b>Novembro</b>	205,488	332,092
<b>Dezembro</b>	204,954	331,612

Fonte: SÃO PAULO (2006b) e SÃO PAULO (2006c).

## **Anexo D – Estimativa populacional de Campinas**

TABELA C.1 – Estimativa populacional de Campinas.

<b>Anos</b>	<b>Limites</b>		
	<b>Superior</b>	<b>Médio</b>	<b>Inferior</b>
1997	921.903	919.380	915.982
1998	935.087	929.974	923.113
1999	948.458	940.690	930.299
2000	962.021	951.530	937.542
2001	975.778	962.495	942.407
2002	989.732	973.585	947.296
2003	1.003.885	984.805	952.212

Fonte: Adaptado de PMC / SEPLAMA (2005b).

## **Anexo E – Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas**

### Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas

**Código do Ponto :** 00SP05513NUMA04900 **Classe :** 04 **Ano :** 2002  
**UGRHI:** PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI  
**Local :** Ribeirão Anhumas - Próximo à foz no Rio Atibaia .Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia

Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA		07/01/2002	04/03/2002	15/05/2002	29/07/2002	02/09/2002
				12h00	12h00	12h00	12h00	12h00
<b>Parâmetro : Campo</b>								
pH	U.pH	entre 6 e 9		7,5	7,2	7,2	7,3	7,5
Temp. Água	°C			25,2	27,3	24,4	19,7	22,5
<b>Parâmetro : Físico-Químicos</b>								
Cloreto Total	mg/L			21,6	30,5	73	61	81
Condutividade	µS/cm			264	286	421	430	469
DBO (5, 20)	mg/L			4	9	38	28	18
DQO	mg/L				27	86	76	67
Fenóis	mg/L	máximo 1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
OD	mg/L	mínimo 2	3	2,9	* 0,6	* 1,8	2,7	
Turbidez	UNT			50	10	38	22	22
<b>Parâmetro : Microbiológicos</b>								
Coli Fecal	NMP/100mL			700000	500000	8000000	2200000	300000

(\*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 20/86

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Emitido pelo EEQI - Setor de Águas Interiores

CETESB

Banco Interáguas

Fonte: CETESB (2003b).

### Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto : 00SP05513NUMA04900

Classe : 04

Ano : 2003

UGRHI: PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI

Local : Ribeirão Anhumas - Próximo à foz no Rio Atibaia .Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia.

Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA	06/01/2003	24/03/2003	19/05/2003	14/07/2003	01/09/2003	03/11/2003
			12h00	12h00	12h00	12h00	12h00	12h00

**Parâmetro : Campo**

pH	U.pH	entre	6 e 9	7,2	7,5	7,4	7,3	7,8	7,5
Temp. Água	°C			25	26,5	24	19	22	23

**Parâmetro : Físico-Químicos**

Cloreto Total	mg/L			16,3	37,8	138	38,3	152	118
Condutividade	µS/cm			148	355	428	420	511	538
DBO (5, 20)	mg/L			15	8	14	12	18	15
DQO	mg/L			68	49	76	66	74	87
OD	mg/L	mínimo	2	5,7	3,6	* 1,7	4,7	2,1	4,4
Turbidez	UNT			564	21	21	16	12	24

**Parâmetro : Microbiológicos**

Coli Termo	NMP/100mL			500000	110000	500000	130000	2400000	7900
------------	-----------	--	--	--------	--------	--------	--------	---------	------

(\*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 20/86

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Emitido pelo EEQI - Setor de Águas Interiores

CETESB

Banco Interáguas

Fonte: CETESB (2004b).

### Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto : 00SP05513NUMA04900

Classe : 04

Ano : 2004

UGRHI: PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI

Local : Ribeirão Anhumas - Próximo à foz no Rio Atibaia .Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia.

Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA	05/01/2004	29/03/2004	19/05/2004	12/07/2004	13/09/2004	16/11/2004
			12h00	12h00	12h00	12h00	12h00	12h00

**Parâmetro : Campo**

Parâmetro	Unidade	Padrão	05/01/2004	29/03/2004	19/05/2004	12/07/2004	13/09/2004	16/11/2004
pH	U.pH	entre 6 e 9	7.3	7.5	7.4	7.5	7.3	7.3
Temp. Água	°C		27	28	25	20.5	25	21.5

**Parâmetro : Físico-Químicos**

Parâmetro	Unidade	Padrão	05/01/2004	29/03/2004	19/05/2004	12/07/2004	13/09/2004	16/11/2004
Cloreto Total	mg/L		70	37.3	67	38	142	13
Condutividade	µS/cm		301	398	425	326	507	115
DBO (5, 20)	mg/L		12	18	18	20	40	18
DQO	mg/L			60	93	42	110	81
OD	mg/L	mínimo 2	4	2.4	2.8	5.6	* 0.8	4.9
Turbidez	UNT		16	24.3	25	29	34	607

**Parâmetro : Microbiológicos**

Parâmetro	Unidade	Padrão	05/01/2004	29/03/2004	19/05/2004	12/07/2004	13/09/2004	16/11/2004
Coli Termo	NMP/100mL		4900000	460000	310000	1300000	2300000	330000

(\*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 20/86

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Emitido pelo EEQI - Setor de Águas Interiores

CETESB

Banco Interáguas

Fonte: CETESB (2005b).

### Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto : 00SP05513NUMA04900

Classe : 04

Ano : 2005

UGRHI: PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI

Local : Ribeirão Anhumas - Próximo à foz no Rio Atibaia .Ponte antes da entrada da Rhodia, saindo de Paulínia.

Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA	19/01/2005	28/03/2005	02/05/2005	11/07/2005	12/09/2005	23/11/2005
			12h00	12h00	12h00	12h00	12h00	12h00

**Parâmetro : Campo**

			19/01/2005	28/03/2005	02/05/2005	11/07/2005	12/09/2005	23/11/2005
pH	U.pH	entre 6 e 9	6,9	7	7	7,1	7,6	7,2
Temp. Água	°C		24,5	26	23	21	23	28

**Parâmetro : Físico-Químicos**

			19/01/2005	28/03/2005	02/05/2005	11/07/2005	12/09/2005	23/11/2005
Cloreto Total	mg/L		14	22	30	35	58	52
Condutividade	μS/cm		168	279	345	334	376	488
DBO (5, 20)	mg/L		11	11	16	13	29	18
DQO	mg/L		50	< 50	52	51	74	68
OD	mg/L	mínimo 2	5,4	5,3	* 1,6	2,3	* 1,7	* 1,1
Turbidez	UNT		389	43	19	20	19	34

**Parâmetro : Microbiológicos**

			19/01/2005	28/03/2005	02/05/2005	11/07/2005	12/09/2005	23/11/2005
Coli Termo	UFC/100mL		330000	1100000	170000	170000	790000	2400000

(\*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

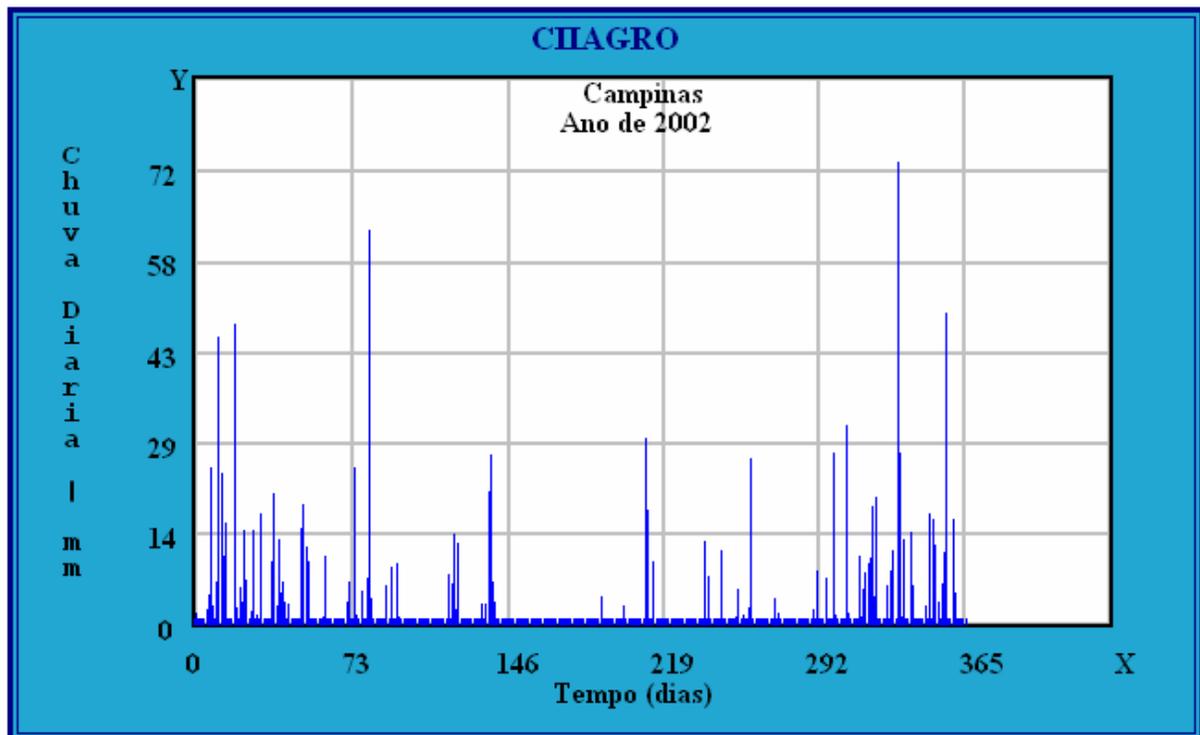
Emitido pelo EEQI - Setor de Águas Interiores

CETESB

Banco Interáguas

Fonte: CETESB (2006b).

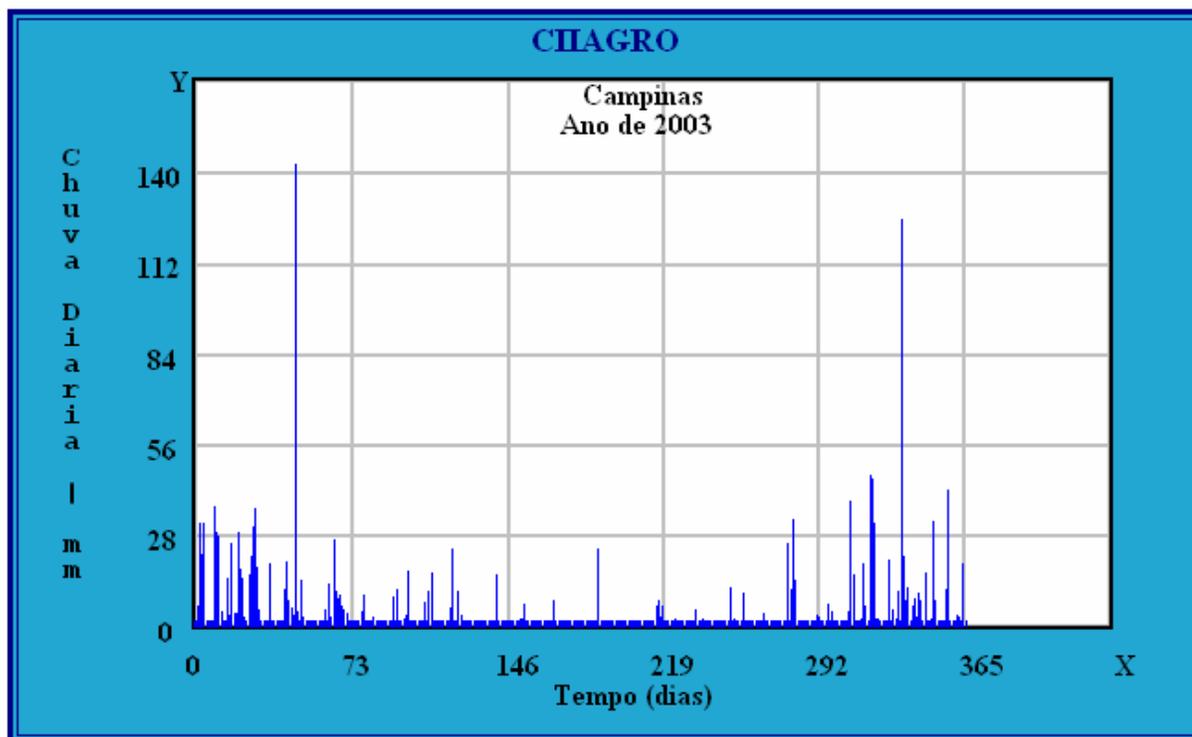
## **Anexo F – Chuvas registradas em Campinas**



Fonte: IAC / CIIAGRO (2006a).

CIIAGRO - Dados Mensais no período de 01/01/2002 até 31/12/2002							
Local: Campinas							
Mês	Dias	Dias de Chuva	Chuva Total	Média Mensal da Chuva Total	Chuva Máxima	Chuva Mínima	
janeiro	31	19	219,9	219,9	46,5	0,5	
fevereiro	28	13	126,3	127,4	19,8	1,9	
março	31	10	117,1	117,1	61,3	0,1	
abril	30	4	21,9	21,9	8,6	0,2	
maio	31	11	96,8	96,8	25,8	1,4	
junho	30	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
julho	31	2	5,3	5,3	3,5	1,8	
agosto	31	4	66,4	66,4	28,5	8,8	
setembro	30	7	49,1	49,1	25,2	0,1	
outubro	31	7	45,2	45,2	26,0	0,4	
novembro	30	16	232,4	232,4	72,1	0,2	
dezembro	31	14	162,6	162,6	48,4	0,2	

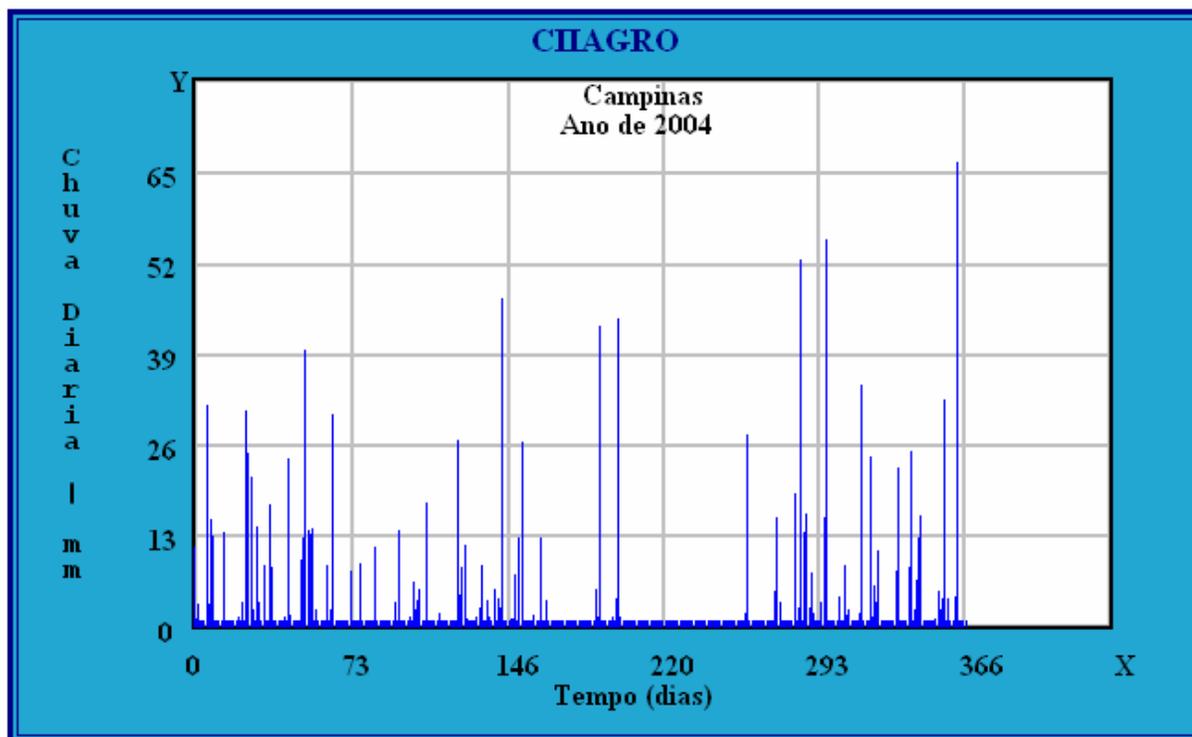
Fonte: IAC / CIIAGRO (2006b).



Fonte: IAC / CIIAGRO (2006a).

CIIAGRO - Dados Mensais no período de 01/01/2003 até 31/12/2003							
Local: Campinas							
Mês	Dias	Dias de Chuva	Chuva Total	Média Mensal da Chuva Total	Chuva Máxima	Chuva Mínima	
janeiro	31	22	385,4	385,4	34,8	1,1	
fevereiro	28	11	215,3	217,2	140,4	0,7	
março	31	13	83,9	83,9	24,9	0,6	
abril	30	8	62,3	62,3	15,3	0,3	
maio	31	5	49,3	49,3	21,6	1,3	
junho	30	4	11,5	11,5	6,0	0,1	
julho	31	1	22,1	22,1	22,1	22,1	
agosto	31	7	19,7	19,7	6,2	0,1	
setembro	30	4	20,5	20,5	10,2	0,4	
outubro	31	8	86,0	86,0	31,0	1,0	
novembro	30	15	223,3	223,3	44,6	0,1	
dezembro	31	18	305,4	305,4	123,6	0,1	

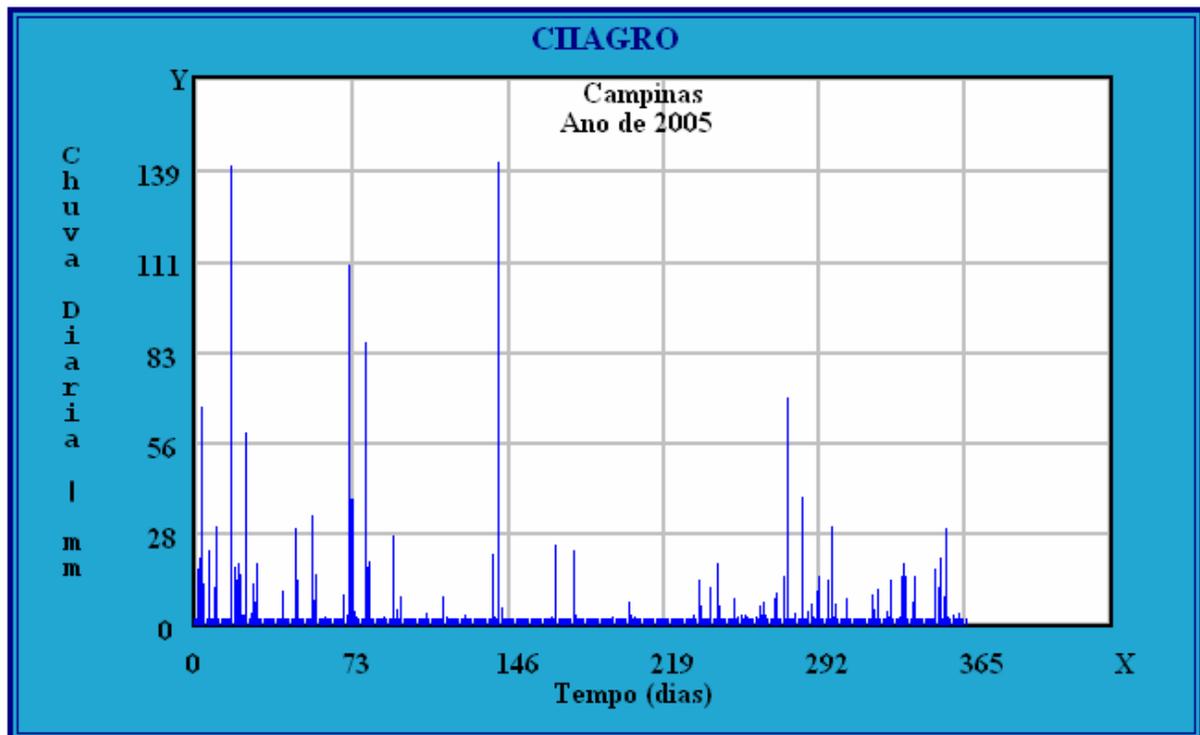
Fonte: IAC / CIIAGRO (2006b).



Fonte: IAC / CIIAGRO (2006a).

CIIAGRO - Dados Mensais no período de 01/01/2004 até 31/12/2004							
Local: Campinas							
Mês	Dias	Dias de Chuva	Chuva Total	Média Mensal da Chuva Total	Chuva Máxima	Chuva Mínima	
janeiro	31	15	176,2	176,2	30,8	0,1	
fevereiro	29	14	156,3	152,3	38,5	0,4	
março	31	6	64,1	64,1	29,5	1,5	
abril	30	9	47,6	47,6	16,8	0,4	
maio	31	16	115,9	115,9	45,9	0,2	
junho	30	6	58,5	58,5	25,3	0,6	
julho	31	7	93,7	93,7	43,1	0,3	
agosto	31	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
setembro	30	2	27,5	27,5	26,5	1,0	
outubro	31	14	201,0	201,0	54,5	1,0	
novembro	30	13	117,4	117,4	33,6	0,3	
dezembro	31	14	177,5	177,5	65,6	0,1	

Fonte: IAC / CIIAGRO (2006b).



Fonte: IAC / CIIAGRO (2006a).

CIIAGRO - Dados Mensais no período de 01/01/2005 até 31/12/2005							
Local: Campinas							
Mês	Dias	Dias de Chuva	Chuva Total	Média Mensal da Chuva Total	Chuva Máxima	Chuva Mínima	
janeiro	31	19	452,8	452,8	138,5	0,8	
fevereiro	28	6	96,7	97,6	31,0	5,1	
março	31	11	308,1	308,1	107,9	0,2	
abril	30	7	43,1	43,1	25,2	0,2	
maio	31	5	163,1	163,1	139,5	0,3	
junho	30	4	44,1	44,1	22,4	0,2	
julho	31	4	6,1	6,1	4,7	0,1	
agosto	31	3	16,2	16,2	11,8	0,9	
setembro	30	13	49,1	49,1	16,9	0,1	
outubro	31	15	203,1	203,1	67,5	0,3	
novembro	30	8	38,7	38,7	11,5	0,2	
dezembro	31	13	138,4	138,4	27,6	0,1	

Fonte: IAC / CIIAGRO (2006b).

## **Anexo G – Definição e variação da Taxa Selic**

É a taxa apurada no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia, obtida mediante o cálculo da taxa média ponderada e ajustada das operações de financiamento por um dia, lastreadas em títulos públicos federais e cursadas no referido sistema ou em câmaras de compensação e liquidação de ativos, na forma de operações compromissadas. Neste caso, as operações compromissadas são operações de venda de títulos com compromisso de recompra assumido pelo vendedor, concomitante com compromisso de revenda assumido pelo comprador, para liquidação no dia útil seguinte. Ressalta-se, ainda, que estão aptas a realizar operações compromissadas, por um dia útil, fundamentalmente as instituições financeiras habilitadas, tais como bancos, caixas econômicas, sociedades corretoras de títulos e valores mobiliários e sociedades distribuidoras de títulos e valores mobiliários (BCB, 2006a).

TABELA G.1 – Variação da Taxa Selic em %.

Mês	Ano Base									
	2001		2002		2003		2004		2005	
	Fator Mensal	Fator Acumulado no Ano								
<b>Janeiro</b>	1,013	1,013	1,013	1,013	1,020	1,020	1,013	1,013	1,014	1,014
<b>Fevereiro</b>	1,010	1,023	1,011	1,024	1,018	1,038	1,011	1,024	1,012	1,026
<b>Março</b>	1,013	1,036	1,014	1,038	1,018	1,057	1,014	1,038	1,015	1,042
<b>Abril</b>	1,012	1,048	1,012	1,050	1,019	1,077	1,012	1,050	1,014	1,057
<b>Mai</b>	1,013	1,062	1,012	1,063	1,020	1,098	1,012	1,063	1,015	1,072
<b>Junho</b>	1,013	1,076	1,012	1,076	1,019	1,118	1,012	1,076	1,016	1,089
<b>Julho</b>	1,015	1,092	1,013	1,090	1,021	1,141	1,013	1,090	1,015	1,106
<b>Agosto</b>	1,016	1,109	1,013	1,104	1,018	1,162	1,013	1,104	1,017	1,124
<b>Setembro</b>	1,013	1,124	1,013	1,118	1,017	1,181	1,013	1,118	1,015	1,141
<b>Outubro</b>	1,015	1,141	1,012	1,131	1,016	1,201	1,012	1,131	1,014	1,157
<b>Novembro</b>	1,014	1,157	1,013	1,145	1,013	1,217	1,013	1,145	1,014	1,173
<b>Dezembro</b>	1,014	1,173	1,015	1,162	1,014	1,233	1,015	1,162	1,015	1,190

Fonte: Adaptado de BCB (2006b).

## Anexo H – Rendimentos da poupança

Tabela H.1 – Rendimento da poupança em % a.m.

Mês	Ano Base				
	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Janeiro</b>	0,638	0,760	0,990	0,629	0,689
<b>Fevereiro</b>	0,537	0,618	0,914	0,546	0,597
<b>Março</b>	0,673	0,677	0,880	0,679	0,765
<b>Abril</b>	0,655	0,737	0,921	0,588	0,701
<b>Mai</b>	0,684	0,711	0,967	0,655	0,754
<b>Junho</b>	0,647	0,659	0,919	0,677	0,801
<b>Julho</b>	0,745	0,767	1,049	0,696	0,759
<b>Agosto</b>	0,845	0,749	0,906	0,702	0,848
<b>Setembro</b>	0,664	0,697	0,838	0,674	0,765
<b>Outubro</b>	0,793	0,778	0,823	0,611	0,711
<b>Novembro</b>	0,694	0,766	0,679	0,615	0,694
<b>Dezembro</b>	0,699	0,863	0,691	0,741	0,728
<b>Média</b>	<b>0,689</b>	<b>0,732</b>	<b>0,881</b>	<b>0,651</b>	<b>0,734</b>

Fonte: Adaptado de IPEA (2006).

## **Anexo I – Cotações médias do Dólar e do Euro**

Tabela I.1 – Cotação média do Dólar em Reais.

Mês	Ano Base									
	2001		2002		2003		2004		2005	
	Compra	Venda	Compra	Venda	Compra	Venda	Compra	Venda	Compra	Venda
<b>Janeiro</b>	1,954	1,955	2,377	2,378	3,438	3,438	2,851	2,852	2,692	2,693
<b>Fevereiro</b>	2,001	2,002	2,419	2,420	3,590	3,591	2,930	2,930	2,597	2,598
<b>Março</b>	2,088	2,089	2,346	2,347	3,446	3,447	2,905	2,905	2,704	2,705
<b>Abril</b>	2,192	2,192	2,320	2,320	3,118	3,119	2,905	2,906	2,578	2,579
<b>Mai</b>	2,296	2,297	2,480	2,480	2,955	2,956	3,100	3,100	2,452	2,453
<b>Junho</b>	2,375	2,376	2,713	2,714	2,882	2,883	3,128	3,129	2,413	2,414
<b>Julho</b>	2,465	2,466	2,934	2,935	2,879	2,880	3,036	3,037	2,373	2,374
<b>Agosto</b>	2,510	2,511	3,109	3,110	3,002	3,003	3,002	3,003	2,360	2,361
<b>Setembro</b>	2,671	2,672	3,341	3,342	2,922	2,923	2,890	2,891	2,294	2,294
<b>Outubro</b>	2,739	2,740	3,805	3,806	2,861	2,862	2,852	2,853	2,256	2,256
<b>Novembro</b>	2,542	2,543	3,576	3,576	2,913	2,914	2,785	2,786	2,210	2,211
<b>Dezembro</b>	2,362	2,363	3,625	3,626	2,924	2,925	2,717	2,718	2,285	2,285

Fonte: Adaptado de BCB (2006c).

Tabela I.2 – Cotação média do Euro em Reais.

Mês	Ano Base									
	2001		2002		2003		2004		2005	
	Compra	Venda	Compra	Venda	Compra	Venda	Compra	Venda	Compra	Venda
<b>Janeiro</b>	1,833	1,838	2,098	2,103	3,656	3,664	3,591	3,599	3,528	3,536
<b>Fevereiro</b>	1,844	1,849	2,103	2,109	3,869	3,877	3,698	3,706	3,387	3,394
<b>Março</b>	1,896	1,901	2,057	2,062	3,716	3,724	3,559	3,567	3,565	3,572
<b>Abril</b>	1,958	1,963	2,056	2,061	3,388	3,395	3,485	3,492	3,334	3,341
<b>Mai</b>	2,006	2,011	2,275	2,280	3,426	3,433	3,722	3,730	3,112	3,118
<b>Junho</b>	2,027	2,032	2,597	2,603	3,362	3,369	3,799	3,807	2,933	2,935
<b>Julho</b>	2,124	2,129	2,912	2,918	3,273	3,280	3,721	3,729	2,858	2,860
<b>Agosto</b>	2,265	2,270	3,041	3,048	3,347	3,354	3,658	3,665	2,901	2,903
<b>Setembro</b>	2,438	2,444	3,277	3,285	3,287	3,294	3,533	3,540	2,806	2,809
<b>Outubro</b>	2,481	2,487	3,735	3,743	3,346	3,353	3,568	3,576	2,712	2,714
<b>Novembro</b>	2,257	2,262	3,579	3,587	3,411	3,418	3,624	3,632	2,604	2,605
<b>Dezembro</b>	2,105	2,110	3,698	3,706	3,597	3,604	3,644	3,652	2,709	2,711

Fonte: Adaptado de BCB (2006c).

## **Anexo J – Exemplo de tabela para composição do fluxo de caixa**

Dados:

- INV: investimentos necessários à construção da ETE da UNICAMP.
- Taxa de desconto: 1,5 % a. m.

Tabela J.1 – Fluxo de caixa.

Ano	Mês	Período (mês)	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	INV - Fluxo descontado (R\$)
0	Dez	0	-	-6.106.879,60	-6.106.879,60	-	-
1	Jan	1	0,00	-23.400,00	-23.400,00	-23.054,19	-6.129.933,79
	Fev	2	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	159.582,08	-5.970.351,71
	Mar	3	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	157.223,73	-5.813.127,98
	Abr	4	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	154.900,22	-5.658.227,76
	Mai	5	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	152.611,06	-5.505.616,70
	Jun	6	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	150.355,72	-5.355.260,98
	Jul	7	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	148.133,71	-5.207.127,27
	Ago	8	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	145.944,55	-5.061.182,72
	Set	9	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	143.787,73	-4.917.394,99
	Out	10	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	141.662,79	-4.775.732,20
	Nov	11	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	139.569,25	-4.636.162,95
	Dez	12	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	137.506,65	-4.498.656,30
2	Jan	13	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	135.474,53	-4.363.181,77
	Fev	14	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	133.472,45	-4.229.709,32
	Mar	15	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	131.499,95	-4.098.209,37
	Abr	16	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	129.556,60	-3.968.652,78
	Mai	17	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	127.641,97	-3.841.010,81
	Jun	18	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	125.755,63	-3.715.255,17
	Jul	19	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	123.897,18	-3.591.358,00
	Ago	20	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	122.066,18	-3.469.291,81
	Set	21	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	120.262,25	-3.349.029,57
	Out	22	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	118.484,97	-3.230.544,59
	Nov	23	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	116.733,97	-3.113.810,62
	Dez	24	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	115.008,83	-2.998.801,79
3	Jan	25	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	113.309,19	-2.885.492,60
	Fev	26	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	111.634,67	-2.773.857,92
	Mar	27	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	109.984,90	-2.663.873,02
	Abr	28	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	108.359,51	-2.555.513,51
	Mai	29	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	106.758,14	-2.448.755,38
	Jun	30	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	105.180,43	-2.343.574,95
	Jul	31	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	103.626,04	-2.239.948,91
	Ago	32	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	102.094,62	-2.137.854,29
	Set	33	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	100.585,83	-2.037.268,45
	Out	34	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	99.099,34	-1.938.169,11
	Nov	35	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	97.634,82	-1.840.534,29
	Dez	36	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	96.191,94	-1.744.342,35

Continua...

Continuação...

Tabela J.1 – Fluxo de caixa.

Ano	Mês	Período (mês)	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	INV - Fluxo descontado (R\$)
4	Jan	37	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	94.770,39	-1.649.571,96
	Fev	38	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	93.369,84	-1.556.202,13
	Mar	39	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	91.989,99	-1.464.212,14
	Abr	40	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	90.630,53	-1.373.581,61
	Mai	41	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	89.291,16	-1.284.290,44
	Jun	42	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	87.971,59	-1.196.318,86
	Jul	43	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	86.671,52	-1.109.647,34
	Ago	44	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	85.390,66	-1.024.256,68
	Set	45	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	84.128,73	-940.127,96
	Out	46	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	82.885,44	-857.242,51
	Nov	47	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	81.660,54	-775.581,98
	Dez	48	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	80.453,73	-695.128,25
5	Jan	49	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	79.264,76	-615.863,49
	Fev	50	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	78.093,36	-537.770,13
	Mar	51	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	76.939,27	-460.830,86
	Abr	52	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	75.802,24	-385.028,63
	Mai	53	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	74.682,01	-310.346,62
	Jun	54	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	73.578,33	-236.768,29
	Jul	55	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	72.490,97	-164.277,33
	Ago	56	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	71.419,67	-92.857,66
	Set	57	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	70.364,21	-22.493,45
	Out	58	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	69.324,34	46.830,89
	Nov	59	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	68.299,84	115.130,74
	Dez	60	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	67.290,49	182.421,23
6	Jan	61	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	66.296,05	248.717,27
	Fev	62	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	65.316,30	314.033,58
	Mar	63	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	64.351,04	378.384,61
	Abr	64	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	63.400,04	441.784,65
	Mai	65	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	62.463,09	504.247,74
	Jun	66	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	61.539,99	565.787,73
	Jul	67	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	60.630,53	626.418,26
	Ago	68	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	59.734,51	686.152,78
	Set	69	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	58.851,74	745.004,51
	Out	70	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	57.982,01	802.986,52
	Nov	71	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	57.125,13	860.111,65
	Dez	72	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	56.280,92	916.392,57

Continua...

Continuação...

Tabela J.1 – Fluxo de caixa.

Ano	Mês	Período (mês)	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	INV - Fluxo descontado (R\$)
7	Jan	73	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	55.449,18	971.841,75
	Fev	74	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	54.629,73	1.026.471,48
	Mar	75	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	53.822,40	1.080.293,88
	Abr	76	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	53.026,99	1.133.320,88
	Mai	77	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	52.243,34	1.185.564,22
	Jun	78	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	51.471,27	1.237.035,49
	Jul	79	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	50.710,61	1.287.746,11
	Ago	80	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	49.961,20	1.337.707,30
	Set	81	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	49.222,85	1.386.930,16
	Out	82	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	48.495,42	1.435.425,58
	Nov	83	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	47.778,74	1.483.204,32
	Dez	84	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	47.072,65	1.530.276,97
8	Jan	85	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	46.377,00	1.576.653,97
	Fev	86	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	45.691,62	1.622.345,59
	Mar	87	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	45.016,38	1.667.361,97
	Abr	88	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	44.351,11	1.711.713,08
	Mai	89	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	43.695,67	1.755.408,75
	Jun	90	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	43.049,93	1.798.458,68
	Jul	91	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	42.413,72	1.840.872,40
	Ago	92	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	41.786,92	1.882.659,31
	Set	93	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	41.169,38	1.923.828,69
	Out	94	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	40.560,96	1.964.389,65
	Nov	95	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	39.961,54	2.004.351,19
	Dez	96	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	39.370,97	2.043.722,16
9	Jan	97	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	38.789,14	2.082.511,30
	Fev	98	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	38.215,90	2.120.727,20
	Mar	99	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	37.651,13	2.158.378,33
	Abr	100	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	37.094,71	2.195.473,04
	Mai	101	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	36.546,51	2.232.019,55
	Jun	102	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	36.006,42	2.268.025,97
	Jul	103	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	35.474,30	2.303.500,27
	Ago	104	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	34.950,05	2.338.450,32
	Set	105	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	34.433,55	2.372.883,87
	Out	106	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	33.924,68	2.406.808,55
	Nov	107	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	33.423,33	2.440.231,87
	Dez	108	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	32.929,39	2.473.161,26

Continua...

Continuação...

Tabela J.1 – Fluxo de caixa.

Ano	Mês	Período (mês)	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	INV - Fluxo descontado (R\$)
10	Jan	109	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	32.442,75	2.505.604,01
	Fev	110	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	31.963,30	2.537.567,30
	Mar	111	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	31.490,93	2.569.058,24
	Abr	112	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	31.025,55	2.600.083,78
	Mai	113	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	30.567,04	2.630.650,83
	Jun	114	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	30.115,31	2.660.766,14
	Jul	115	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	29.670,26	2.690.436,40
	Ago	116	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	29.231,78	2.719.668,19
	Set	117	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	28.799,79	2.748.467,97
	Out	118	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	28.374,17	2.776.842,15
	Nov	119	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	27.954,85	2.804.797,00
	Dez	120	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	27.541,73	2.832.338,72
11	Jan	121	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	27.134,70	2.859.473,43
	Fev	122	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	26.733,70	2.886.207,13
	Mar	123	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	26.338,62	2.912.545,75
	Abr	124	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	25.949,38	2.938.495,12
	Mai	125	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	25.565,89	2.964.061,02
	Jun	126	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	25.188,07	2.989.249,09
	Jul	127	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	24.815,83	3.014.064,92
	Ago	128	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	24.449,10	3.038.514,01
	Set	129	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	24.087,78	3.062.601,79
	Out	130	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	23.731,80	3.086.333,59
	Nov	131	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	23.381,09	3.109.714,68
	Dez	132	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	23.035,55	3.132.750,23
12	Jan	133	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	22.695,13	3.155.445,36
	Fev	134	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	22.359,73	3.177.805,09
	Mar	135	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	22.029,29	3.199.834,38
	Abr	136	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	21.703,73	3.221.538,11
	Mai	137	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	21.382,99	3.242.921,10
	Jun	138	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	21.066,98	3.263.988,09
	Jul	139	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	20.755,65	3.284.743,74
	Ago	140	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	20.448,92	3.305.192,65
	Set	141	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	20.146,72	3.325.339,37
	Out	142	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	19.848,98	3.345.188,35
	Nov	143	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	19.555,65	3.364.744,00
	Dez	144	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	19.266,65	3.384.010,64

Continua...

Continuação...

Tabela J.1 – Fluxo de caixa.

Ano	Mês	Período (mês)	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	INV - Fluxo descontado (R\$)
13	Jan	145	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	18.981,92	3.402.992,56
	Fev	146	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	18.701,40	3.421.693,96
	Mar	147	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	18.425,02	3.440.118,98
	Abr	148	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	18.152,73	3.458.271,71
	Mai	149	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	17.884,46	3.476.156,17
	Jun	150	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	17.620,16	3.493.776,33
	Jul	151	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	17.359,76	3.511.136,10
	Ago	152	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	17.103,22	3.528.239,31
	Set	153	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	16.850,46	3.545.089,77
	Out	154	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	16.601,44	3.561.691,21
	Nov	155	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	16.356,10	3.578.047,31
	Dez	156	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	16.114,38	3.594.161,69
14	Jan	157	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	15.876,24	3.610.037,92
	Fev	158	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	15.641,61	3.625.679,54
	Mar	159	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	15.410,46	3.641.089,99
	Abr	160	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	15.182,72	3.656.272,71
	Mai	161	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	14.958,34	3.671.231,05
	Jun	162	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	14.737,28	3.685.968,33
	Jul	163	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	14.519,49	3.700.487,82
	Ago	164	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	14.304,91	3.714.792,73
	Set	165	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	14.093,51	3.728.886,25
	Out	166	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	13.885,23	3.742.771,48
	Nov	167	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	13.680,03	3.756.451,51
	Dez	168	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	13.477,87	3.769.929,38
15	Jan	169	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	13.278,69	3.783.208,06
	Fev	170	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	13.082,45	3.796.290,51
	Mar	171	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	12.889,11	3.809.179,62
	Abr	172	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	12.698,63	3.821.878,26
	Mai	173	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	12.510,97	3.834.389,22
	Jun	174	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	12.326,08	3.846.715,30
	Jul	175	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	12.143,92	3.858.859,22
	Ago	176	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	11.964,45	3.870.823,67
	Set	177	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	11.787,64	3.882.611,31
	Out	178	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	11.613,43	3.894.224,74
	Nov	179	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	11.441,81	3.905.666,55
	Dez	180	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	11.272,72	3.916.939,26

Continua...

Continuação...

Tabela J.1 – Fluxo de caixa.

Ano	Mês	Período (mês)	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	INV - Fluxo descontado (R\$)
16	Jan	181	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	11.106,13	3.928.045,39
	Fev	182	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	10.942,00	3.938.987,39
	Mar	183	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	10.780,29	3.949.767,68
	Abr	184	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	10.620,98	3.960.388,65
	Mai	185	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	10.464,02	3.970.852,67
	Jun	186	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	10.309,38	3.981.162,04
	Jul	187	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	10.157,02	3.991.319,06
	Ago	188	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	10.006,92	4.001.325,98
	Set	189	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	9.859,03	4.011.185,01
	Out	190	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	9.713,33	4.020.898,34
	Nov	191	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	9.569,78	4.030.468,13
	Dez	192	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	9.428,36	4.039.896,48
17	Jan	193	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	9.289,02	4.049.185,51
	Fev	194	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	9.151,75	4.058.337,26
	Mar	195	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	9.016,50	4.067.353,75
	Abr	196	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	8.883,25	4.076.237,01
	Mai	197	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	8.751,97	4.084.988,98
	Jun	198	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	8.622,63	4.093.611,61
	Jul	199	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	8.495,20	4.102.106,81
	Ago	200	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	8.369,66	4.110.476,47
	Set	201	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	8.245,97	4.118.722,44
	Out	202	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	8.124,11	4.126.846,55
	Nov	203	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	8.004,05	4.134.850,60
	Dez	204	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.885,76	4.142.736,36
18	Jan	205	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.769,22	4.150.505,58
	Fev	206	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.654,41	4.158.159,98
	Mar	207	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.541,29	4.165.701,27
	Abr	208	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.429,84	4.173.131,11
	Mai	209	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.320,04	4.180.451,15
	Jun	210	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.211,86	4.187.663,01
	Jul	211	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.105,28	4.194.768,29
	Ago	212	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	7.000,28	4.201.768,57
	Set	213	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.896,83	4.208.665,39
	Out	214	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.794,90	4.215.460,30
	Nov	215	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.694,48	4.222.154,78
	Dez	216	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.595,55	4.228.750,33

Continua...

Conclusão.

Tabela J.1 – Fluxo de caixa.

Ano	Mês	Período (mês)	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	INV - Fluxo descontado (R\$)
19	Jan	217	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.498,08	4.235.248,41
	Fev	218	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.402,05	4.241.650,46
	Mar	219	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.307,44	4.247.957,90
	Abr	220	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.214,22	4.254.172,12
	Mai	221	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.122,39	4.260.294,51
	Jun	222	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	6.031,91	4.266.326,42
	Jul	223	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.942,77	4.272.269,19
	Ago	224	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.854,94	4.278.124,13
	Set	225	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.768,42	4.283.892,55
	Out	226	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.683,17	4.289.575,72
	Nov	227	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.599,18	4.295.174,90
	Dez	228	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.516,44	4.300.691,34
20	Jan	229	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.434,91	4.306.126,25
	Fev	230	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.354,59	4.311.480,84
	Mar	231	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.275,46	4.316.756,31
	Abr	232	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.197,50	4.321.953,80
	Mai	233	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.120,69	4.327.074,49
	Jun	234	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	5.045,01	4.332.119,51
	Jul	235	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	4.970,46	4.337.089,96
	Ago	236	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	4.897,00	4.341.986,96
	Set	237	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	4.824,63	4.346.811,60
	Out	238	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	4.753,33	4.351.564,93
	Nov	239	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	4.683,09	4.356.248,01
	Dez	240	187.805,45	-23.400,00	164.405,45	4.613,88	4.360.861,89

## Referências Bibliográficas

AMAZONAS, Maurício C. **Valor e meio ambiente: elementos para uma abordagem evolucionista**. 2001. 261 p. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

AVELINE, Carlos C. **A vida secreta da natureza. Uma iniciação à ecologia profunda**. Blumenau: Editora da FURB, 1999. p. 9-13.

BCB – Banco Central do Brasil. **Taxa Selic. Descrição**. Disponível em:  
<<http://www.bcb.gov.br/?SELICDESCRICA0>>. Acesso em: 21 mar. 2006. 2006a.

BCB – Banco Central do Brasil. **Taxa Selic. Mensal**. Disponível em:  
<<http://www.bcb.gov.br/?SELICMES>>. Acesso em: 21 mar. 2006. 2006b.

BCB – Banco Central do Brasil. **Cotações e boletins**. Disponível em:  
<<http://www5.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao>>. Acesso em: 23 mar. 2006. 2006c.

BIDONE, Edison D.; CASTILHOS, Zuleica C.; AZEVEDO, Jeferson. Avaliação socioeconômica de impactos ambientais em estruturas do tipo pressão-condicionamento-impacto-resposta (PCIR). In: ROMEIRO, Ademar R. (org.). **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Editora da Unicamp, 2004. p. 183-195.

BRASIL / MRE – Ministério das Relações Exteriores. **Antecedentes**. Disponível em: <http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/agenda21/anteced/apresent.htm>. Acesso em: 05 out. 2005.

BRIGUENTI, Ederson C. **O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da Bacia do Ribeirão Anhumas**. 2005. 179 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CAMPOS JUNIOR, José J. F. **Valoração econômica de danos ambientais: o caso dos derrames de petróleo em São Sebastião**. 2003. 128 p. Tese (Doutorado em planejamento de sistemas energéticos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

CARLO, Sandra. O Sistema Integrado de Contas Econômico-Ambientais: síntese e reflexões sobre sua aplicação no Brasil. In: ROMEIRO, Ademar R. (org.). **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Editora da Unicamp, 2004. p. 322-351.

CAVALCANTI, Clovis. Condicionantes biofísicos da economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável. In: ROMEIRO, Ademar R.; REYDON, Bastiaan P.; LEONARDI, Maria L. A. (orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Campinas: Editora da Unicamp, 1999. p. 63-84.

CBH-PCJ – Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Particularidades da Região das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/RegiaoPCJ.htm#PrincipaisRios>. Acesso em: 06 dez. 2005.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2000**. v. 1. São Paulo: CETESB, 2001. p. 1-50.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2001**. v. 1. São Paulo: CETESB, 2002. p. 1-54.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2002**. v. 1. São Paulo: CETESB, 2003. p. 1-88.  
2003a.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2002**. v. 2. São Paulo: CETESB, 2003. 2003b.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2003**. v. 1. São Paulo: CETESB, 2004. p. 1-97.  
2004a.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2003**. v. 2. São Paulo: CETESB, 2004. 2004b.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2004**. v. 1. São Paulo: CETESB, 2005. p. 1-110.  
2005a.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2004**. v. 2. São Paulo: CETESB, 2005. 2005b.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2005**. v. 1. São Paulo: CETESB, 2006. p. 1-145.  
2006a.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2005**. v. 2. São Paulo: CETESB, 2006. 2006b.

COMUNE, Antonio E. Meio ambiente, economia e economistas. Uma breve discussão. In: MAY, Peter H.; MOTTA, Ronaldo S. (orgs.). **Valorando a natureza – Análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994. p. 45-59.

CONTADOR, Cláudio R. **Projetos sociais: avaliação e prática**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000. 375 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Inventário e caracterização da fauna de vertebrados selvagens de Campinas. A cidade de Campinas**. Disponível em: <<http://www.faunacps.cnpm.embrapa.br/muncamp.html>>. Acesso em: 23 dez. 2005. 2005a.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Inventário e caracterização da fauna de vertebrados selvagens de Campinas. Caracterização do Município**. Disponível em: <<http://www.faunacps.cnpm.embrapa.br/carac.html>>. Acesso em: 23 dez. 2005. 2005b.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **GIS como instrumento complementar na avaliação do impacto ambiental e da sustentabilidade agrícola. Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://www.sigcampinas.cnpm.embrapa.br/t6.html>>. Acesso em: 27 jan. 2006. 2006a.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **GIS como instrumento complementar na avaliação do impacto ambiental e da sustentabilidade agrícola. Uso das terras**. Disponível em: <[http://www.sigcampinas.cnpm.embrapa.br/cmp\\_uso.html](http://www.sigcampinas.cnpm.embrapa.br/cmp_uso.html)>. Acesso em: 27 jan. 2006. 2006b.

FINCK, Horst; OELERT, Gerhard. **Guia para el cálculo de rentabilidad de proyectos de inversión para el abastecimiento de energía**. Eschborn. 1985. 127 p.

FRISCHENBRUDER, Marisa T. M. **Gestão municipal e conservação da natureza: a bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas - Campinas/SP**. 2001. 305 p. Tese (Doutorado em Filosofia, Letras e Ciências Humanas), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. La ley de la entropia y el problema económico. In: DALY, Herman E. (comp.). **Enconomía, ecología, ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario**. Mexico DF: Fondo de Cultura Economica S.A., 1989. p. 61-92.

GUEDES, Paula V. R. P. **Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas e suas relações com o processo de urbanização**. 1998. 137p. Dissertação (Mestrado em Ciências / Ecologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 407 p.

IAC / CIIAGRO – Instituto Agrônômico de Campinas / Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Chuva Diária**. Disponível em:  
<<http://ciiagro.iac.sp.gov.br/ciiagroonline/Graficos/graficos.asp?Fator=Chuva&Tipo=Diaria>>. Acesso em: 14 mar. 2006. 2006a.

IAC / CIIAGRO – Instituto Agrônômico de Campinas / Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Chuva Mensal**. Disponível em:  
<<http://ciiagro.iac.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp>>. Acesso em: 14 mar. 2006. 2006b.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **O Ibama e sua História**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/institucional/historia/index.htm>>. Acesso em: 21 set. 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 23 dez. 2005.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Poupança - rendimento nominal.**

Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2006.

MACIEL, Tania B. Da sustentabilidade à sustentabilidade do ser: por um desenvolvimento humano durável. In: D'ÁVILA, Maria I.; PEDRO, Rosa (orgs.). **Tecendo o desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Editora Baper, 2003. p. 49-64.

MAIA, Alexandre G. **Valoração de Recursos Ambientais.** 2002. 183 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MAIA, Alexandre G.; ROMEIRO, Ademar R.; REYDON, Bastiaan P. **Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações.** Texto para Discussão. Instituto de Economia – UNICAMP, Campinas, n. 116, mar. 2004.

MARQUES, João F. **Valoração econômica ambiental.** Apostila apresentada no curso de Pós-Graduação do Instituto de Economia da UNICAMP – 2001.

MATTOS, Katty M. C.; MATTOS, Arthur. **Valoração econômica do meio ambiente – uma abordagem teórica e prática.** São Carlos: RiMa, Fapesp, 2004. p. 7-34.

MAY, Peter H. Economia ecológica e o desenvolvimento equitativo no Brasil. In: CAVALCANTI, Clóvis (org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável.** São Paulo: Cortez Editora / Recife, Fundação Joaquim Nabuco, 1995. p. 235-255.

MAY, Peter H. Valoração econômica e cobrança dos serviços ambientais de florestas: identificação, registro, compensação e monitoramento de benefícios sociais. In: ROMEIRO, Ademar R. (org.). **Avaliação e contabilização de impactos ambientais.** Campinas: Editora da Unicamp, 2004. p. 172-182.

MENDES, Carlos G. N. **Sistema de Tratamento de Esgotos Sanitários da Cidade Universitária Zeferino Vaz - Universidade Estadual de Campinas**. 2000. 14 p. Memorial Descritivo. Não publicado (a).

MENDES, Carlos G. N. **Sistema de Tratamento de Esgotos Sanitários da Cidade Universitária Zeferino Vaz - Universidade Estadual de Campinas**. 2000. 18 p. Memorial de Dimensionamento Hidráulico. Não publicado (b).

MERICO, Luiz F. K. **Introdução à economia ecológica**. Blumenau: Editora da FURB. 1996. p. 87-114.

MOTTA, Ronaldo S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998. 218 p.

MUELLER, Charles M. Contas nacionais e o meio ambiente: reflexões em torno de uma abordagem para o Brasil. In: ROMEIRO, Ademar R. (org.). **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Editora da Unicamp, 2004. p. 300-321.

NUNES JUNIOR, Mário S. **Valoração Ambiental: Casos da Mineradora Viterbo Machado Luz**. 2003. 79 p. Dissertação (Mestrado em Administração e Política de Recursos Minerais), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PEARCE, David W.; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment**. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 1990. 378 p.

PMC / SANASA – Prefeitura Municipal de Campinas / Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A. **Bacias Hidrográficas. O Estado de São Paulo em relação às regiões hidrográficas do Brasil**. 2003. Folder, Prefeitura Municipal de Campinas, Campinas, 2003a.

PMC / SANASA – Prefeitura Municipal de Campinas / Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A. **Bacias Hidrográficas. Campinas e seus recursos hídricos.** 2003. Folder, Prefeitura Municipal de Campinas, Campinas, 2003b.

PMC / SEPLAMA – Prefeitura Municipal de Campinas / Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **A cidade.** Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/seplan/cidade/portcidade.htm>>. Acesso em: 23 dez. 2005. 2005a.

PMC / SEPLAMA – Prefeitura Municipal de Campinas / Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Sumário de dados demográficos.** Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/seplan/publicacoes/sumariodemog/portpublsumdem.htm>>. Acesso em: 23 dez. 2005. 2005b.

PMC / SEPLAMA – Prefeitura Municipal de Campinas / Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Plano Diretor de Campinas.** Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/seplan/publicacoes/planocampinas/portpublplancid.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2006.

ROCHA LIMA JUNIOR, João da. **O conceito de taxa de retorno na análise de empreendimentos: uma abordagem crítica.** São Paulo: EPUSP, 1990. 7 p. (Boletim técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT-23/90).

ROCHA LIMA JUNIOR, João da. **Análise de investimentos: princípios e técnicas para empreendimentos do setor da construção civil.** São Paulo: EPUSP, 1993. 50 p. (Texto técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/06).

ROCHA LIMA JUNIOR, João da. **Fundamentos de planejamento financeiro para o setor da construção civil.** São Paulo: EPUSP, 1995. 113 p. (Texto técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/11).

ROMEIRO, Ademar R. O papel dos indicadores de sustentabilidade e da contabilidade ambiental. In: \_\_\_\_\_. **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Editora da Unicamp, 2004. p. 10-29.

ROSSETTI, José P. Crescimento e desenvolvimento. Diferenças fundamentais. **Jornal da Tarde**, São Paulo. Ago. 1983.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Rio +10**. Disponível em: <[http://www.sabesp.com.br/sabesp\\_ensina/intermediario/rio/default.htm](http://www.sabesp.com.br/sabesp_ensina/intermediario/rio/default.htm)>. Acesso em: 21 set. 2005. 2005a.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Protocolo de Kioto**. Disponível em: <[http://www.sabesp.com.br/sabesp\\_ensina/intermediario/kioto/default.htm](http://www.sabesp.com.br/sabesp_ensina/intermediario/kioto/default.htm)>. Acesso em: 21 set. 2005. 2005b.

SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A. **Sanasa hoje**. Disponível em: <[http://www.sanasa.com.br/institucional/san\\_atual.asp](http://www.sanasa.com.br/institucional/san_atual.asp)>. Acesso em: 18 mar. 2005. 2005a.

SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A. **Concepção do Macro Sistema de Esgotamento. Município de Campinas**. Campinas: SANASA, 2005. Escala 1:50.000. Não publicado (b).

SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A. **Resolução Tarifária Nº 01/05**. Disponível em: <<http://www.sanasa.com.br>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

SANTOS, Rozely F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SÃO PAULO. Secretaria da Fazenda. **Índice de Preços de Obras Públicas**. Disponível em: <<http://www.fazenda.sp.gov.br/IndObPub/select.asp>>. Acesso em: 21 mar. 2006. 2006a.

SÃO PAULO. Secretaria da Fazenda. **Índices de Preços de Estruturas e Obras de Arte em Concreto – Índices Específicos**. Disponível em:

<<http://www.fazenda.sp.gov.br/IndObPub/conesp.asp?ano=2001>>. Acesso em: 21 mar. 2006. 2006b.

SÃO PAULO. Secretaria da Fazenda. **Índices de Preços de Estruturas e Obras de Arte em Concreto – Índices Específicos**. Disponível em:

<<http://www.fazenda.sp.gov.br/IndObPub/conesp.asp?ano=2005>>. Acesso em: 21 mar. 2006. 2006c.

STAHEL, Andri W. Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis. In: CAVALCANTI, Clóvis (org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez Editora / Recife, Fundação Joaquim Nabuco, 1998. p. 104-127.

TOLMASQUIM, Mauricio T. Economia do meio ambiente: forças e fraquezas. In: CAVALCANTI, Clóvis (org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez Editora / Recife, Fundação Joaquim Nabuco, 1995. p. 323-339.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. **A Unicamp**. Disponível em:

<[http://www.unicamp.br/unicamp/a\\_unicamp/a\\_unicamp.html](http://www.unicamp.br/unicamp/a_unicamp/a_unicamp.html)>. Acesso em: 27 mar. 2006. 2006a.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. **Unicamp – Atuação – A dinâmica de uma cidade peculiar**. Disponível em:

<[http://www.unicamp.br/unicamp/a\\_unicamp/a\\_unicamp\\_atuacao\\_dinamica.html](http://www.unicamp.br/unicamp/a_unicamp/a_unicamp_atuacao_dinamica.html)>. Acesso em: 27 mar. 2006. 2006b.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. **Ano 40. Galeria. Campus Campinas**.

Disponível em: <<http://www.unicamp.br/>>. Acesso em: 28 mar. 2006. 2006c.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. v. I. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243 p.

WISHARD, William V. D. O contexto cultural de um futuro sustentável. In: HARMAN, Willis; PORTER, Maya (orgs.). **O novo negócio dos negócios. A responsabilidade compartilhada para um futuro global positivo.** Tradução de Rosiléa Pizarro Carnelós. São Paulo: Editora Cultrix, 1997. p. 25-33. Uma publicação da World Business Academy.

YWASHIMA, Laís A. **Avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo.** 2005. 286 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.