

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA E ESGOTO:**  
**princípios e indicadores de sustentabilidade**

ALINE BRANCO DE MIRANDA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

São Carlos  
2003

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M672su

Miranda, Aline Branco.

Sistemas urbanos de água e esgoto: princípios e indicadores de sustentabilidade / Aline Branco Miranda. -- São Carlos : UFSCar, 2003.  
133 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2003.

1. Abastecimento de água. 2. Indicadores urbanísticos. 3. Água – sistemas urbanos. 4. Sustentabilidade. I. Título.

CDD: 628.1 (20ª)

*“Penetra o tempo a água em movimento  
desde os mananciais subterrâneos  
às nuvens inclinadas pelo vento.  
Nos longos céus, de esperas e de enganos,  
a água da memória vara o tempo  
em minutos, em meses, em mil anos.  
E permanece intemporal o rio,  
lançando ao tempo o eterno desafio”.*

Luciano Maia

## **AGRADEÇO,**

Á Deus por todas as boas oportunidades que surgiram em minha vida.

Aos meus queridos pais, Ciro e Bernadete, e à minha irmã, Ana, que sempre deram o apoio necessário e souberam entender as ausências freqüentes.

Ao meu orientador Bernardo, que acima de tudo foi um grande amigo, orientando-me em todas as dificuldades encontradas durante esses dois anos.

Ao “padrinho” Shimbo, que por meio de tantas perguntas me proporcionou um amadurecimento, e pelos tantos conselhos e sugestões dados a caminho de Jaboticabal.

Á Prefeitura Municipal de Jaboticabal, ao SAAEJ (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal) e à UNESP – Campus de Jaboticabal, pela recepção e colaboração de todos.

Aos novos amigos conquistados em Jaboticabal, que formam o Grupo de Ação Jaboticabal Sustentável, em especial ao Lourenço, pela ajuda em vários momentos.

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana e ao CNPq, pela bolsa de mestrado que possibilitou a realização deste trabalho.

E, finalmente e especialmente, ao meu grande companheiro, Fauler, que soube compreender, suportar e me dar forças nos momentos mais difíceis, vibrando a cada passo em que avancei, sempre me apoiando em todas as decisões tomadas.



## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XI</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
1.2 OBJETIVO.....	3
<b>2 MÉTODO DA PESQUISA .....</b>	<b>4</b>
2.1 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	4
2.2 MÉTODO APLICADO NA ESCOLHA RESTRITA .....	6
2.3 MÉTODO APLICADO NA ESCOLHA AMPLIADA.....	7
2.4 MENSURAÇÃO DE INDICADORES.....	8
<b>3 ASPECTOS CONCEITUAIS .....</b>	<b>9</b>
3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	9
3.1.1 <i>O Histórico do Conceito de Desenvolvimento Sustentável</i> .....	9
3.1.2 <i>A Dificuldade quanto à Conceituação de Sustentabilidade</i> .....	11
3.1.3 <i>As Dimensões da Sustentabilidade</i> .....	14
3.1.4 <i>Os Princípios Genéricos de Sustentabilidade</i> .....	17
3.2 SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTO NO MEIO URBANO.....	22
3.2.1 <i>A Água no Meio Urbano</i> .....	22
3.2.2 <i>O Sistema de Abastecimento de Água (SAA)</i> .....	24
3.2.2.1 <i>Captação, Transporte e Distribuição de Água para Abastecimento</i> .....	25
3.2.2.2 <i>Tratamento de Água para Abastecimento</i> .....	26
3.2.3 <i>O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)</i> .....	28
3.2.3.1 <i>Coleta e Transporte do Esgoto Sanitário</i> .....	28
3.2.3.2 <i>Tratamento e Disposição Final de Esgoto Sanitário</i> .....	30
3.3 <b>RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E OS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA E ESGOTO</b> 34	
3.4 <b>INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE</b> .....	36
3.4.1 <i>A Necessidade do Uso de Indicadores</i> .....	36
3.4.2 <i>Indicadores de Sustentabilidade</i> .....	37
3.4.3 <i>Indicadores e Índices</i> .....	38
3.4.4 <i>Critérios para a Escolha de Indicadores</i> .....	39
3.4.5 <i>Indicadores Relacionados aos Sistemas Urbanos da Água e Esgoto</i> .....	43
3.4.5.1 <i>Indicadores Utilizados no Gerenciamento do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</i> .....	43
3.4.5.2 <i>Indicadores para Sistemas Urbanos de Água e Esgoto Relacionados com a Sustentabilidade</i> .....	48
<b>4 OBTENÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA E ESGOTO .....</b>	<b>51</b>
4.1 <b>PRINCÍPIOS ESPECÍFICOS PARA OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b> .....	51
4.1.1 <i>Explicitação dos Princípios Específicos de Sustentabilidade para os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto</i> .....	51
4.2 <b>ESCOLHA RESTRITA DOS INDICADORES</b> .....	61
4.2.1 <i>Organização de Indicadores a partir dos Princípios Específicos de Sustentabilidade para os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto</i> .....	61

4.2.2	<i>Matriz de Avaliação para os Indicadores</i> .....	65
4.2.3	<i>Ajuste e Proposição de Indicadores</i> .....	70
4.3	ESCOLHA AMPLIADA DE INDICADORES .....	85
4.3.1	<i>Relato da experiência realizada em Jaboticabal</i> .....	85
4.3.2	<i>Sistematização de indicadores propostos coletivamente</i> .....	86
4.3.3	<i>Matriz de avaliação de indicadores utilizada na escolha coletiva</i> .....	87
4.3.4	<i>Ajuste e proposição de indicadores propostos pelo Grupo de Ação</i> .....	90
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DE INDICADORES EM JABOTICABAL</b> .....	<b>105</b>
5.1	CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO	105
5.1.1	<i>O Sistema de Abastecimento de Água</i> .....	106
5.1.2	<i>O Sistema de Esgotamento Sanitário</i> .....	107
5.2	APLICAÇÃO DOS INDICADORES AO MUNICÍPIO .....	108
5.2.1	<i>Indicadores Propostos na Escolha Restrita</i> .....	108
5.2.2	<i>Indicadores Propostos na Escolha Ampliada</i> .....	116
5.3	DISCUSSÃO.....	123
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>125</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>128</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 2.1: Estrutura do Trabalho.....	05
Figura 3.1: Ciclo hidrológico natural e ciclo hidrológico urbanizado.....	23
Figura 3.2: Esquema de ciclo da água no meio urbano.....	24
Figura 3.3: Esquema de tratamento completo para abastecimento de água....	27
Figura 4.1: Relação entre dimensões e princípios específicos de sustentabilidade para os SAA e SES.....	55





## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Remoção de alguns parâmetros de qualidade em diferentes níveis de tratamento de esgoto.....	31
Quadro 3.2: Indicadores de gerenciamento de SAA e SES.....	44
Quadro 3.3: Experiência de indicadores relacionados à sustentabilidade.....	48
Quadro 3.4: Indicadores ambientais para os sistemas urbanos de água e esgoto selecionados por LUNDIN (1999).....	50
Quadro 4.1: Princípios específicos de sustentabilidade para sistemas urbanos de água e esgoto.....	57
Quadro 4.2: Indicadores de SAA e SES segundo princípio da Equidade.....	62
Quadro 4.3: Indicadores de SAA e SES segundo princípio de Respeito às Condições Locais.....	62
Quadro 4.4: Indicadores de SAA e SES segundo princípio de Desempenho Econômico.....	63
Quadro 4.5: Indicadores de SAA e SES segundo princípio da Geração de Trabalho e Renda.....	63
Quadro 4.6: Indicadores de SAA e SES segundo princípio da Gestão Solidária e Participativa.....	63
Quadro 4.7: Indicadores de SAA e SES segundo princípio da Informação e Sensibilização.....	63
Quadro 4.8: Indicadores de SAA e SES segundo princípio do Uso Responsável dos Recursos Naturais.....	64

Quadro 4.9: Indicadores de SAA e SES segundo princípio da Prevenção e Compensação de Impactos.....	64
Quadro 4.10: Indicadores pré-selecionados na escolha restrita.....	69
Quadro 4.11: Identificação e avaliação dos indicadores segundo os princípios específicos.....	79
Quadro 4.12: Indicadores propostos coletivamente.....	86
Quadro 4.13: Identificação e proposta de avaliação dos indicadores segundo as dimensões de sustentabilidade.....	100
Quadro 5.1: Aplicação dos indicadores da escolha restrita no município de Jaboticabal.....	115
Quadro 5.2: Aplicação dos indicadores da escolha ampliada no município de Jaboticabal.....	122

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 4.1: Exemplo de uma matriz preenchida.....67

Tabela 4.2: Matriz de avaliação proposta pelo grupo.....89



## **LISTA DE SIGLAS**

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SAAEJ – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal

IGQA – Índice Geral de Qualidade de Água

IQA – Índice de Qualidade de Água

ONU – Organização das Nações Unidas



## **RESUMO**

Uma gestão adequada da água nos sistemas urbanos de abastecimento e esgotamento pode reduzir uma série de impactos negativos, além de trazer resultados positivos para o ambiente, a sociedade e a economia. O conceito de sustentabilidade procura incorporar estas preocupações. Para que ele possa ser efetivamente aplicado, é preciso uma mudança na percepção sobre o uso da água, acompanhada pela adoção de instrumentos de monitoramento. No presente trabalho, procurou-se estabelecer princípios específicos de sustentabilidade que possam ser aplicáveis aos referidos sistemas, de acordo com princípios genéricos presentes na literatura. Ainda foram propostos indicadores a serem utilizados como instrumentos de monitoramento, estabelecidos através de uma escolha restrita, com o auxílio de alguns pesquisadores da área, e num segundo momento, uma escolha ampliada a partir de um processo participativo no município de Jaboticabal (SP). Finalmente, a aplicação dos indicadores selecionados, realizada no município de Jaboticabal, permitiu a identificação dos problemas, e assim, a orientação de políticas públicas para o setor.





## **ABSTRACT**

An adequate management of the water supply and sewerage urban systems can reduce several negative impacts. It can also bring positive results to the environment, society and economy. The concept of sustainability tries to incorporate these concerns. In order to be effectively applied it is necessary a change in the perception of the use of water, followed by the adoption of monitoring instruments. In this work, it was attempted to establish specific principles of sustainability which can be applied to the referred systems, according to the generic principles found in the literature. It was also proposed indicators to be used as monitoring instruments. These indicators were established based on a restrict selection assisted by some researchers in this area. Later it was made an enlarged selection from a shared process in the town of Jaboticabal (SP). Finally, the use of the selected indicators made in the town of Jaboticabal, allowed the identification of the problems and then there was the orientation to public policies for this sector.



# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Contextualização**

As reflexões sobre a sustentabilidade têm início na década de 70 com a preocupação ambiental sobre os recursos naturais utilizados pelas pessoas. Em decorrência do aparecimento dessa questão, surgem diversas discussões no âmbito global, envolvendo a conscientização dos diversos países.

A partir dessas discussões, o conceito de sustentabilidade é elaborado, primeiramente com a visão ecológica, e posteriormente, incluindo as diversas dimensões que envolvem o ser humano e suas necessidades e condutas.

No entanto, para a avaliação da sustentabilidade em um determinado local é preciso a reunião de diferentes informações que possam traduzir o grau de sustentabilidade em que se encontra.

Para tanto, os indicadores são importantes ferramentas de avaliação, desde que seja possível relacioná-los aos conceitos e princípios de sustentabilidade, sendo capazes de avaliar e monitorar as tendências de desenvolvimento sustentável, definindo metas de melhoria dos sistemas.

Os indicadores têm sido utilizados na administração, seja ela pública ou privada de vários sistemas. Existem vários indicadores para cada ramo ou segmento que se queira analisar: indicadores de desempenho, para avaliar pessoas e projetos; indicadores econômico-financeiros, para a comparação de empresas e países; indicadores sócio-econômicos, para a análise da sociedade, entre outros, resumindo uma série de informações que permitirão a tomada de decisão pelo administrador.

Ultimamente, os indicadores vêm sendo utilizados de forma conjunta, agregando uma série de informações, buscando uma visão integrada do objeto de estudo. Muitas vezes utiliza-se a comparação entre indicadores de diversas instituições, sejam empresas ou governos, de forma que os seus administradores obtenham uma base de comparação e saibam que áreas são mais deficientes, priorizando os seus investimentos.

Os indicadores devem propor dados de forma a possibilitar análises e avaliações da transformação do meio físico e social, buscando a elaboração e formulação de políticas e ações urbanas.

Na construção de um sistema de indicadores, é importante que se estabeleçam os critérios e os métodos de forma coerente com os objetivos pretendidos e também com os recursos humanos, materiais e financeiros disponíveis em um dado contexto, podendo alterar a forma de governar os sistemas e proporcionar uma melhor utilização dos recursos.

Nesta pesquisa, a utilização de indicadores para os sistemas urbanos de água e esgoto pode trazer melhorias na qualidade de vida da população e também na forma de gerenciar os sistemas, prevendo problemas e definindo metas de avanço.

Os sistemas urbanos de água e esgoto são ligados ao conceito de sustentabilidade em todas as suas dimensões: ambiental, política, social, etc. A avaliação da sustentabilidade é de extrema importância para promover o aumento da qualidade de vida da população, garantindo saúde, acesso aos serviços, melhorias no sistema, entre outros fatores.

Portanto, é necessária a integração de conceitos e princípios de sustentabilidade, instrumentos de políticas públicas e indicadores, aplicados aos sistemas urbanos de água e esgoto, podendo analisar a gestão dos mesmos e assim, realizar a melhoria da qualidade de vida da população.

## **1.2 Objetivo**

O objetivo geral foi a obtenção de princípios e indicadores de sustentabilidade, a serem aplicados aos sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- adaptar princípios genéricos de sustentabilidade para princípios específicos utilizados nos sistemas urbanos de água e esgoto;
- identificar e adaptar critérios para a escolha de indicadores;
- definir indicadores de sustentabilidade segundo os critérios pré-estabelecidos;
- realizar a escolha dos indicadores de forma participativa e coletiva com a comunidade de Jaboticabal;
- mensurar os indicadores selecionados para a cidade de Jaboticabal.

## **2 MÉTODO DA PESQUISA**

### **2.1 Estrutura da Pesquisa**

A pesquisa em questão foi realizada, primeiramente através da revisão bibliográfica, com a qual foram buscados conceitos e definições dos termos nela apresentados. Além de conceitos, foram analisadas as outras experiências em âmbito global, de forma a conhecer suas metodologias, indicadores escolhidos e os conceitos analisados.

Após esta etapa, foram sistematizados os indicadores consultados, de forma a aplicar os métodos descritos para a escolha dos indicadores mais relevantes ao monitoramento.

Esta escolha foi feita em paralelo, de duas maneiras distintas. Por um lado, o método de definição dos indicadores foi aplicado de forma limitada, incluindo apenas algumas pessoas relacionadas mais diretamente ao tema da pesquisa. Este processo será aqui denominado “Escolha Restrita”. Por outro lado, a escolha foi também feita de forma mais coletiva, aberta à participação de representantes da comunidade de Jaboticabal. Este segundo processo foi denominado “Escolha Ampliada”.

Para a finalização deste projeto, foram coletados dados reais da cidade que possam propiciar uma análise dos indicadores, permitindo uma comparação entre os dois métodos de escolha, bem como a apresentação desses indicadores para a população, para que a comunidade possa ser capaz de monitorar as ações e as políticas públicas do município.

A Figura 2.1 mostra um esquema do trabalho desenvolvido.

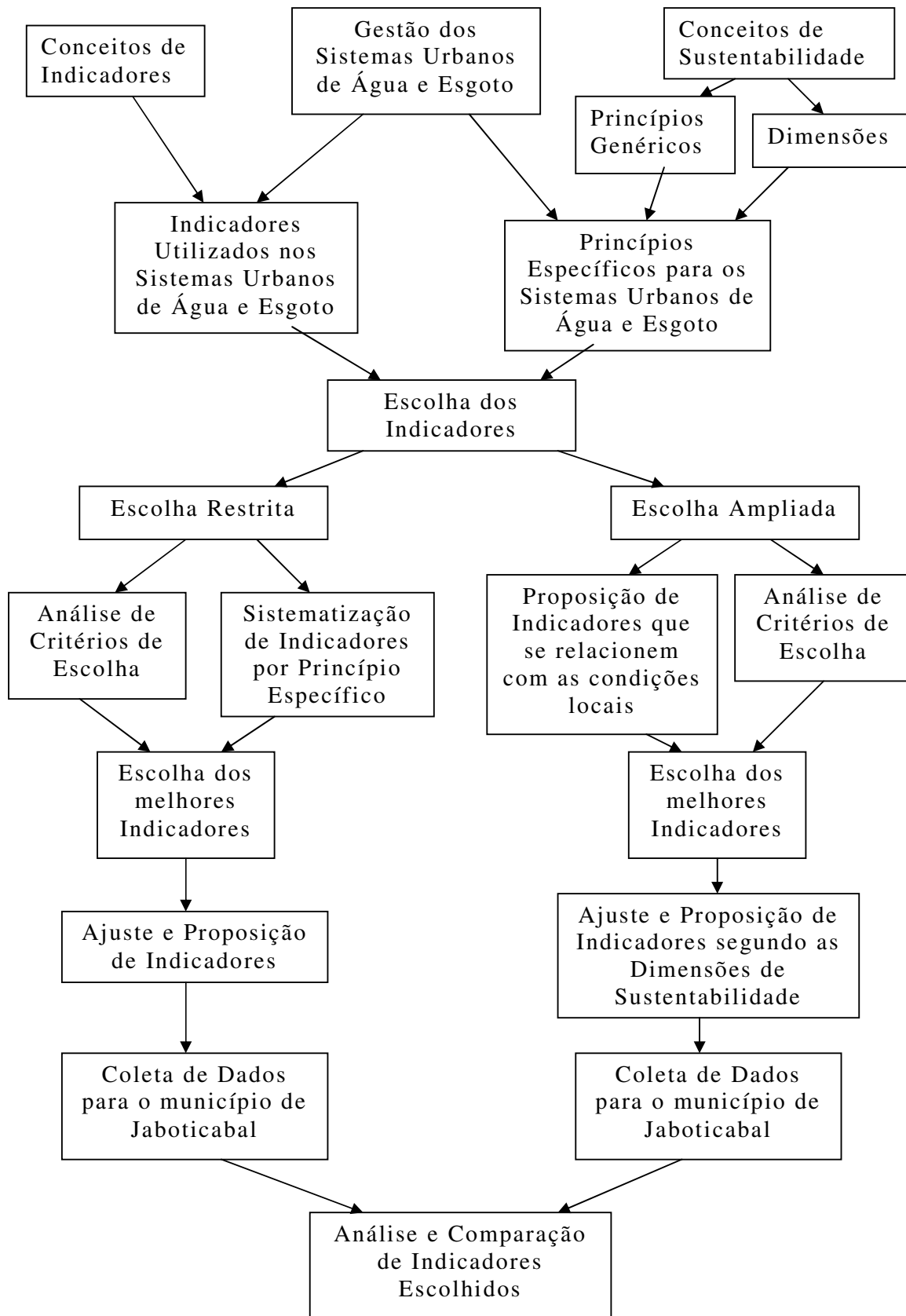


Figura 2.1: Estrutura do Trabalho



## **2.2 Método Aplicado na Escolha Restrita**

Conforme mencionado no item 2.1, a escolha restrita é aplicada a poucos participantes. Este método foi empregado a um número limitado de pessoas que se relacionam com os sistemas urbanos de água e esgoto, presentes na Universidade Federal de São Carlos, permitindo uma comparação entre os resultados de escolha de indicadores dos diferentes participantes.

Primeiramente, foi realizada uma sistematização de princípios genéricos de sustentabilidade encontrados na literatura especializada na área, bem como a sistematização de indicadores utilizados no gerenciamento por diversos órgãos públicos.

Após esta etapa, foram definidos princípios específicos para os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto, de acordo com suas necessidades de aplicação. Em seguida, foram identificados os indicadores de acordo com os princípios estabelecidos, gerando uma lista para cada um deles.

Com a sistematização dos critérios de escolha, estabelecidos pela literatura, foram aplicados, em uma matriz, os critérios a cada indicador, ficando definidos os que receberam maior ou menor pontuação.

Cada indicador foi avaliado, conduzindo aos mais relevantes, ou seja, os que obtiveram maior pontuação na matriz. A partir disso, pôde-se adequar os indicadores à realidade local e aplicá-los ao município.

## 2.3 Método Aplicado na Escolha Ampliada

Para a escolha ampliada foi proposta uma avaliação de indicadores através da participação de representantes da comunidade de Jaboticabal, formando um grupo de debates. Com isso, a discussão dos indicadores foi coletiva e participativa, permitindo uma análise conjunta e de consenso entre os participantes.

Para isso, foram realizadas algumas oficinas de trabalho, a partir do projeto “*Incorporação de Princípios e Indicadores de Sustentabilidade na Formulação de Políticas Urbanas em Pequenos e Médios Municípios*”, realizado em Jaboticabal pela Universidade Federal de São Carlos, permitindo que a população obtivesse os conceitos de sustentabilidade e indicadores, para a formulação dos mesmos.

Após esta fase, foram realizadas cinco etapas de um Seminário junto à comunidade de Jaboticabal para a escolha dos indicadores. No primeiro momento, foram elencados indicadores que pudessem ser analisados de acordo com as experiências das pessoas presentes.

Num segundo, terceiro e quarto momentos, foram definidos os critérios de escolha dos indicadores, que foram aplicados com a mesma matriz da escolha restrita. Nesta etapa não foram definidos princípios específicos para os SAA e SES, utilizando-se apenas as dimensões de sustentabilidade.

No último encontro, após a avaliação através da matriz aplicada, foram obtidos os indicadores mais relevantes àquela comunidade, adequando-os a realidade local e às dimensões de sustentabilidade, permitindo a coleta de dados para a comparação entre os dois tipos de escolha: a restrita e a ampliada.

## **2.4 Mensuração de Indicadores**

Para esta pesquisa foi proposta a mensuração dos indicadores escolhidos para uma primeira análise da sustentabilidade em um município de pequeno a médio porte.

Para isso, foi escolhido o município de Jaboticabal, estado de São Paulo, para realizar a escolha ampliada, junto à comunidade local, e mensurar os indicadores propostos nos dois tipos de escolha: restrito e ampliado.

Este município foi escolhido porque possui um projeto desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de São Carlos e a Prefeitura Municipal de Jaboticabal que tem por objetivo a implantação de um sistema permanente de monitoramento através de indicadores relacionados à sustentabilidade.

Após a determinação dos indicadores para os sistemas urbanos de água e esgoto escolhidos nos dois métodos descritos (escolha restrita e escolha ampliada), e adequação dos mesmos, a coleta dos dados necessários para a mensuração dos indicadores foi realizada em diversos setores, como o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal (SAAEJ) e a Prefeitura Municipal de Jaboticabal.

A partir da coleta dos dados foi proposta a mensuração dos indicadores escolhidos de duas formas. Primeiramente, foram levantados dados reais como números, porcentagens, etc, de cada indicador. A partir disso, foi realizada uma análise segundo as tendências à sustentabilidade que o indicador pode apresentar, adequando-os a tendências favoráveis, desfavoráveis ou muito desfavoráveis.

Assim, o indicador torna-se de fácil compreensão para a população local, permitindo decisões participativas e o acompanhamento e monitoramento de políticas públicas.

### **3 ASPECTOS CONCEITUAIS**

#### **3.1 Desenvolvimento Sustentável**

##### **3.1.1 O Histórico do Conceito de Desenvolvimento Sustentável**

Há alguns anos, a população mundial vem levantando preocupações em relação ao futuro das espécies no planeta, envolvendo questões relativas ao consumo de recursos naturais, degradação ambiental, qualidade de vida, equidade social entre tantos outros fatores que influenciam na vida e no bem estar de cada um.

Através destas preocupações, a partir de 1960, várias organizações começaram a discutir sobre o conceito de sustentabilidade. No entanto, essas discussões estavam restritas apenas à porção ecológica, em que eram abordadas questões ligadas à ecologia. A abordagem era sobre o esgotamento dos recursos e o limite de sua exploração, bem como a “capacidade de fossa” do planeta. Na maioria das vezes, esses assuntos eram tratados de forma radical, sem pensar no desenvolvimento como um todo.

Até então, meio ambiente e desenvolvimento caminhavam separadamente. O meio ambiente em sua forma radicalizada, sem interagir com outras dimensões, e o desenvolvimento ligado apenas à economia, sem a conscientização das diversas vertentes que ele abrange.

Surge, a partir de alguns estudos, o conceito de desenvolvimento sustentável através da conscientização de pessoas que observavam que o planeta oferecia limites de recursos, e a exploração desordenada viria a prejudicar a própria humanidade no futuro.

Com a divulgação deste conceito, a Organização das Nações Unidas (ONU), começa a elaborar a definição de desenvolvimento sustentável, através de reuniões e conferências realizadas com os representantes de todos os países.

Em 1987 é publicado o Relatório de Brundtland - Nosso Futuro Comum - que tornará o termo *desenvolvimento sustentável* mais popular, mostrando também os problemas mundiais e algumas soluções globais. Nesse relatório é

também proposta uma primeira definição para o termo desenvolvimento sustentável, que acaba por se tornar a mais popular e abrangente:

*“Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas necessidades”.* (CMMAD, 1991).

No ano de 1992, foi realizada a “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, chamada RIO-92, realizada no Rio de Janeiro, considerada como outro grande marco para a sustentabilidade. Como resultado das discussões, foi elaborada e publicada a Agenda 21, que seria uma forma de comprometimento com realizações a favor da sustentabilidade por parte dos diversos países.

Com esta publicação, elaborada durante dois anos de extensas negociações, se declararam os objetivos e metas, bem como as estratégias e ações a serem seguidas para alcançá-las. Este foi o primeiro passo de diálogo entre as nações para medidas concretas que possam integrar atividades econômicas com a necessidade de proteger o meio ambiente.

Ao longo dos anos foram sendo realizadas outras conferências de grande valor para o conceito e aplicação da sustentabilidade. Porém, o último grande avanço foi a realização da Rio +10, realizada dez anos após a Rio 92, discutindo os avanços e retrocessos dos países na aplicação da sustentabilidade.

A Rio+10 foi realizada em Joanesburgo (África do Sul), no ano de 2002. Nesta discussão pôde-se avaliar a evolução dos países quanto à implementação da sustentabilidade. Muitos conseguiram avançar em alguns temas, como a mortalidade infantil, a educação, entre outros, mas que ainda não são suficientes.

Também foram abordados os temas com os quais será de extrema importância trabalhar nos próximos anos. A energia foi um dos mais cotados, além da pobreza mundial e da escassez da água. Esses foram os eleitos para que os países possam elaborar e cumprir metas, sendo que serão prioridades nas políticas para a diminuição do risco que apresentam à população.

Finalizando, neste breve histórico procurou-se mostrar alguns fatos importantes para o conceito de sustentabilidade, porém muitas passagens não foram relatadas. Todas as questões são de grade importância para a conceituação e aplicação do tema, mas procurou-se fazer um breve relato das informações que propuseram as grandes mudanças e avanços para a sustentabilidade.

### **3.1.2 A Dificuldade quanto à Conceituação de Sustentabilidade**

O conceito de sustentabilidade está sendo divulgado entre a população mundial, mas com uma certa complexidade. Ainda não é possível estabelecer o que é sustentabilidade de uma forma única e precisa. A sua complexidade está nas diversas formas de abordagens e preocupações com que cada autor se identifica.

De uma forma mais generalizada, a sustentabilidade caminha junto com preocupações ecológicas devido à limitação de recursos em que o planeta se encontra. No entanto, este conceito tenta agregar a si outras preocupações que geram interferências em outros setores do ambiente humano, como a economia, a sociedade, a política, etc.

*“O desenvolvimento evoca um dos valores centrais assumidos pelas sociedades contemporâneas. Este valor alimenta-se de vários componentes ideológicos: o progresso técnico identificado ao progresso humano, a ambição de um domínio sobre a natureza onde se exerceria a criatividade humana, a escassez primordial dos recursos naturais e dos bens de consumo diante das necessidades sempre mais numerosas, o pressuposto do caráter essencialmente benéfico do crescimento econômico”. (Godard, 1997, apud SILVA, 2000)*

Segundo Godard, a preocupação das pessoas em relação ao conceito de desenvolvimento é a visão de progresso sem preocupação com o que possa acontecer com as gerações posteriores. No passado, desenvolvimento significava crescimento, mas não de forma ordenada e planejada, mas sim, qualquer forma de avanço econômico.

Com o estudo da sustentabilidade, a palavra desenvolvimento passa a ter um significado mais forte, passando a ser considerada não apenas a economia como o centro, mas todo um conjunto de ações, que envolverá o desenvolvimento humano organizado.

Assim, o que se deve entender por sustentabilidade é a integração harmoniosa de todos os setores que envolvem a sociedade e o ambiente em que ela vive. O desenvolvimento sustentável visa, portanto, a uma forma alternativa de crescimento econômico, conciliada às necessidades da sociedade para a melhoria de sua qualidade de vida. Segundo BINSWANGER (in CAVALCANTI, 1997):

*“O conceito de desenvolvimento sustentável deve ser visto como uma alternativa ao conceito de crescimento econômico, o qual está associado ao crescimento material, quantitativo, da economia. Isso não quer dizer que, como resultado de um desenvolvimento sustentável, o crescimento econômico deva ser totalmente abandonado. Admitindo-se, antes, que a natureza é a base necessária e indispensável da economia moderna, bem como vidas das gerações presentes e futuras, desenvolvimento sustentável significa qualificar o crescimento e reconciliar o desenvolvimento econômico com a necessidade de se preservar o meio ambiente”.*

Alguns autores afirmam que a palavra desenvolvimento não está de acordo com a palavra sustentabilidade. Ainda por estarem presos aos antigos conceitos que consideram desenvolvimento apenas uma questão de crescimento, para eles essas palavras são contraditórias e não as utilizam.

Porém, o crescimento não é sinônimo de desastres ecológicos ou pobreza e falta de planejamento. Nem ao menos, a palavra sustentabilidade significa uma estagnação no tempo, sem avanços ou progresso. As duas palavras podem sim, ser usadas conjuntamente, com um significado de crescimento ordenado no qual são abordadas todas as preocupações existentes, desde as ecológicas até as econômicas, sociais, políticas, etc.

Como foi dito, a sustentabilidade é um processo que envolve várias etapas e que não é definido e implantado de imediato. Esse processo envolve

várias mudanças, tanto na percepção das pessoas da comunidade, como nas políticas aplicadas. O Relatório de Brundtland observa:

*“Afinal, o desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estejam de acordo com as necessidades atuais e futuras”.*(CMMAD, 1991).

Sustentabilidade, portanto, é uma tendência que deve ser buscada ao longo do tempo, adequando-se às mudanças que possam ocorrer nos diversos setores, e tendo como meta a melhoria da qualidade de vida das pessoas, respeitando as várias outras formas de vida contidas no mundo.

Além da questão temporal, a sustentabilidade também deve ser abordada na escala geográfica à qual está sendo submetida, respeitando os princípios, tradições e cultura do local. Para isso, deve ser feita uma adequação do conceito à comunidade local, sendo aplicada de acordo com as condições locais.

Outro ponto bastante marcante para a conceituação de sustentabilidade é a participação da sociedade nos processos decisórios das políticas públicas. A sociedade é parte integrante para um bom desenvolvimento de uma sociedade democrática. Para isso, é preciso que se tenha uma sociedade organizada que possa discutir ações, chegando a um consenso. Isso não envolve a ausência do Poder Público nas decisões, mas sim, valoriza o governo em sua forma eficaz e efetiva de agir.

*“A mais ampla participação pública e o envolvimento ativo das organizações não governamentais e de outros grupos também devem ser estimulados”.* (CNUMAD, 1996)

Finalizando, para conceituar sustentabilidade, será adotada a definição proposta pelo Relatório de Brundtland, que apesar de ser genérica e bastante questionada por diversos pesquisadores, será a que baseará esta pesquisa. No



entanto, a palavra sustentabilidade será utilizada como referência, excluindo o termo desenvolvimento, por causar divergências entre autores.

Além disso, serão consideradas todas as vertentes da sustentabilidade já relacionadas: a escala temporal, a escala geográfica e a participação popular e organizada, de forma a complementar a definição já existente, sem a pretensão de impor uma nova conceituação para o tema.

### **3.1.3 As Dimensões da Sustentabilidade**

A sustentabilidade tem como objetivo a mudança no sistema de avaliação de políticas públicas, onde não mais é focada apenas uma vertente, mas consideradas todas as dimensões que envolvam o desempenho da sociedade, tendo como finalidade a sua melhoria.

O conceito de sustentabilidade deve abranger todos os setores das atividades humanas, contemplando todas as necessidades da população.

A integração entre os diversos setores é, de fato, uma característica importante para a sustentabilidade. Não é possível analisar um fato sem correlacioná-lo a outros setores, que de uma forma ou outra interferem na solução do problema.

Para isso, alguns autores sistematizaram algumas dimensões, sendo de grande relevância para a pesquisa. Existem vários tipos de sistematização, abordando as mais diferentes dimensões, com o intuito de orientar e facilitar a análise pelos pesquisadores.

A primeira a ser abordada é a sistematização proposta por SACHS (1994), onde se pode observar:

- Sustentabilidade Social: uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e bens, reduzindo a distância entre as camadas sociais;
- Sustentabilidade Econômica: eficiência econômica deveria ser medida em termos macrossociais e não apenas microeconômicos de rentabilidade empresarial;
- Sustentabilidade Ecológica ou Ambiental: obtida através da melhoria do uso dos recursos, com a limitação do uso daqueles esgotáveis ou

- danosos ao meio ambiente; redução do volume de resíduos e de poluição, por meio de conservação de energia e uso da reciclagem; autolimitação do consumo por parte dos países ricos e dos indivíduos, pesquisa em tecnologias ambientalmente mais adequadas e normas de proteção ambiental;
- Sustentabilidade Espacial ou Geográfica: configuração rural-urbana mais equilibrada, com redução de concentrações urbanas e industriais, proteção de ecossistemas e criação de reservas para proteção da biodiversidade, agricultura com técnicas mais modernas, regenerativas e em escalas menores;
  - Sustentabilidade Cultural: consideração das raízes endógenas, com soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área, e com as mudanças se dando num contexto de continuidade cultural.

Outra sistematização bastante interessante é proposta por SILVA (2000), que utiliza as visões de sustentabilidade da seguinte forma:

- Ambiental: manutenção da integridade ecológica por meio da prevenção das várias formas de poluição, da prudência na utilização dos recursos naturais, da preservação da diversidade da vida e do respeito à capacidade de carga do ecossistema;
- Social: viabilização de uma maior equidade de riqueza e de oportunidade, combatendo-se as práticas de exclusão, discriminação e reprodução da pobreza e respeitando-se a diversidade em todas as suas formas de expressão;
- Econômico: realização do potencial econômico que contemple prioritariamente a distribuição de riqueza e renda associada a uma redução das externalidades socio-ambientais, buscando-se resultados macrossociais positivos;
- Político: criação de mecanismos que incrementem a participação da sociedade na tomada de decisões, reconhecendo e respeitando os direitos de todos, superando as práticas e políticas de exclusão e permitindo o desenvolvimento da cidadania ativa.

Existem ainda outras sistematizações propostas por diversos outros autores, chegando a um consenso ou não na diversificação das dimensões. Na maioria das vezes, a ambiental e ecológica se confundem, tornando-se uma só dimensão. O mesmo acontece com a social e cultural ou ainda a social e a geográfica.

No entanto, para este trabalho será adotada uma sistematização proposta pelo **Grupo de Ação Jaboticabal Sustentável**, que faz parte do projeto “Incorporação dos Princípios e Indicadores de Sustentabilidade na Formulação de Políticas Urbanas em Pequenos e Médios Municípios”, realizado em parceria com a Universidade Federal de São Carlos e a Prefeitura Municipal de Jaboticabal, o qual resultou em um Caderno de Conceitos, envolvendo as seguintes dimensões:

- Ambiental: Garantir que a utilização dos recursos naturais não comprometa a qualidade ambiental, buscando compreender e respeitar as dinâmicas do meio ambiente, entender que o ser humano é apenas uma das partes deste ambiente e melhorar e controlar o uso dos recursos naturais, respeitando sua capacidade de regeneração;
- Econômica: Gerar oportunidades de trabalho e emprego, favorecendo uma distribuição mais equilibrada dos benefícios econômicos, buscando gerar trabalho de forma digna, possibilitar a distribuição de renda, promover o desenvolvimento das potencialidades locais e diversificar setores e atividade econômicas;
- Social: Garantir que todas as pessoas tenham condições iguais de acesso a bens e serviços (habitação, educação, alimentação, segurança, saúde, transporte, saneamento, entre outros) de boa qualidade, necessários para uma vida digna, buscando investir em equipamentos públicos, formação de profissionais, condições de trabalho, privilegiar o atendimento a pessoas mais carentes e diminuir as desigualdades de renda e de padrões de consumo;
- Política: Garantir a participação efetiva e organizada da população nos processos de planejamento, execução e fiscalização de projetos

que beneficiem a maioria das pessoas, promovendo a cidadania ativa, buscando sensibilizar, motivar e mobilizar a participação ativa das pessoas, favorecer o acesso às informações, permitindo maior compreensão dos problemas e oportunidades, superar as práticas e políticas de exclusão e buscar o consenso nas decisões coletivas;

- Cultural: Promover, preservar e divulgar a história, tradições, costumes e valores regionais, acompanhando suas transformações, buscando valorizar culturas tradicionais, divulgar a história da cidade, garantir a todos oportunidades de acesso a informação e conhecimento e investir na construção, reforma e restauração de equipamentos culturais.

Essa sistematização é uma maneira de interagir entre as dimensões propondo que sejam incorporadas novas dimensões de acordo com a sua necessidade. A noção de sustentabilidade, sob a visão interdisciplinar, com múltiplas dimensões é significativa na escolha e elaboração de indicadores urbanos, podendo classificar os indicadores em ambientais, sociais, econômicos, políticos, culturais, etc.

### **3.1.4 Os Princípios Genéricos de Sustentabilidade**

A palavra *princípio* é bastante discutida por se confundir com várias outras, como *diretriz* ou *critério*. De certa forma, apresentam alguma relação, de acordo com o seu emprego e uso. Princípios, no entanto, são proposições admitidas e inquestionáveis, sendo consideradas provisoriamente como norma ou ensinamento. Diretriz, já nos leva ao princípio, seguindo uma linha ou direção estabelecida, e critério acaba por servir de base ao julgamento das ações realizadas para alcançar o objeto estabelecido pelo princípio.

O Ministério de Meio Ambiente da Alemanha (Alemanha, apud MILANEZ, 2002) supõe que um programa de proteção ambiental não pode se desenvolver sem o envolvimento dos cidadãos. Mas, para que ocorra o envolvimento da população, os conceitos deverão ser assimilados pela sociedade, para que sejam elaborados princípios para a melhoria de suas vidas.

Cada conceito tem embutidos princípios que serão bem ou mal recebidos, de acordo com a clareza com que são expostos à comunidade em questão, bem como a sua aceitação. O princípio permite às pessoas orientar suas ações e vislumbrar o seu resultado, mas se não forem bem compreendidos na comunidade, não exercerão influência nas atitudes das pessoas.

O conceito de sustentabilidade possui princípios, que MILANEZ(2002) sistematizou, retirando-os de textos e documentos, elencando-os da seguinte forma:

**a) Princípio Elementar**

Os seres humanos são o centro das preocupações para um desenvolvimento sustentável, tendo o direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com o meio ambiente (ONU, 1997).

**b) Princípio da Geração de Renda**

Quando houver um contexto de alto desemprego, os governos devem promover métodos e investimentos intensivos em mão-de-obra, se forem economicamente eficientes (ONU, 1996).

**c) Princípio da Cooperação e Participação**

Os problemas relacionados à sustentabilidade dizem respeito a todos, devendo ser resolvidos através de igualdade, solidariedade, companheirismo, dignidade humana e respeito. As soluções não devem ser encontradas por meio de uma imposição do Estado sobre indústria ou sociedade. Ao contrário, o processo deve ocorrer de forma participativa, havendo cooperação, divisão de trabalho e consenso. Para que isso ocorra é necessária uma ampla conscientização da população e acesso desta à informação.

A cooperação entre governos, em qualquer esfera, é considerada benéfica e necessária, sendo assim, deve-se sempre levar em conta a formação de consórcios na busca de soluções para problemas comuns. (ONU, 1996; ALEMANHA, 1997; SILVA, 2000).

#### **d) Princípio da Equidade**

Todas as pessoas têm o mesmo direito de suprir suas necessidades, pelo acesso aos recursos naturais e aos serviços públicos. Especial atenção deve ser dada aos pobres, mulheres, crianças, povos indígenas ou sob opressão. Todo esforço deve ser feito na erradicação da pobreza e redução das disparidades sociais. No nível mundial, os países mais pobres e ambientalmente mais vulneráveis devem receber maior orientação e apoio (ONU, 1996/1997).

#### **e) Princípio da Eficiência Econômica Responsável**

Os projetos econômicos não devem ser elaborados isoladamente, mas considerando a proteção do meio ambiente e do desenvolvimento social (ALEMANHA, 1997; ONU, 1997).

#### **f) Princípio do Poluidor Pagador**

Os custos da remediação ambiental e das medidas compensatórias devem ser arcados pelas partes responsáveis, alocando-se desta forma as responsabilidades. O principal objetivo deste princípio é internalizar os custos sociais e ambientais que, de outra forma, seriam pagos pela sociedade. Da mesma forma, em situações onde houver saldo positivo, ou lucros sócio-ambientais, eles devem também ser incorporados. (CNUMAD, 1996; ONU, 1996/1997; ALEMANHA, 1997; BURTON, 1998).

#### **g) Princípio da Paz**

Paz, desenvolvimento e proteção ambiental são interdependentes e indivisíveis, por esse motivo, os Estados devem buscar resolver suas divergências sempre de forma pacífica, em não sendo possível, quando em guerra, devem respeitar as leis internacionais (ONU, 1997).

#### **h) Princípio da Soberania e Relações Internacionais**

Os Estados têm total soberania para explorar os recursos dentro de seu território, desde que com a responsabilidade de não causar prejuízos a países vizinhos. No caso de acidentes que possam ameaçar a

população ou ambiente de outras nações, devem alertá-los no menor tempo possível, oferecendo todas as informações necessárias para evitar maiores danos. Além disso, deve-se fazer todo o esforço para evitar transferência de atividade ou substância que possa causar severos prejuízos ambientais ou sejam suspeitas de oferecer perigo à saúde humana ou ambiental (ONU, 1997).

**i) Princípio da Contextualização**

Durante a elaboração de suas legislações, os Estados devem atentar para os padrões, objetivos e prioridades gerenciais adotados, de forma que estes reflitam o contexto ambiental e de desenvolvimento no qual se localizam. Padrões usados por alguns países podem ser inapropriados e representar custos econômicos e sociais desnecessários para outros países, especialmente para aqueles em desenvolvimento. Os Estados possuem responsabilidades comuns, mas diferenciadas, na conservação e proteção do meio ambiente, sendo maior parcela desta assumida pelos países industrializados. (ONU, 1996 e 1997).

**j) Princípio da Responsabilidade Intergeracional**

As atividades desenvolvidas no presente, principalmente relacionadas ao consumo de recursos naturais e uso da capacidade de fôssia do meio ambiente, devem levar em consideração os impactos para as gerações futuras. Deve-se ainda procurar realizar ações para corrigir os efeitos negativos sobre o meio ambiente, das atividades realizadas pelas gerações passadas (CMMAD, 1991; ONU, 1996 e 1997; WARREN, 1997).

**k) Princípio da Avaliação de Impactos Ambientais**

A avaliação do impacto ambiental, como um instrumento, deve ser realizada e submetida à decisão de autoridades competentes, no caso de atividades que possam gerar alguma conseqüência adversa sobre a sociedade ou meio ambiente. (ONU, 1996 e 1997).

### **l) Princípio Precautório**

Onde houver possibilidade, mesmo que remota, de prejuízos sérios e irreversíveis à saúde dos seres humanos ou do meio ambiente, a ausência de certeza científica não deve ser usada como uma razão para adiar medidas preventivas. Esse princípio aplica-se inclusive no caso em que os impactos não estão claramente definidos (CNUMAD, 1996; ONU, 1996 e 1997; ALEMANHA, 1997; BURTON, 1998).

### **m) Princípio Preventivo**

Os riscos e danos ambientais devem ser evitados o máximo possível desde o início, devendo ser estudados e avaliados previamente, de forma a orientar a escolha da solução adotada (CNUMAD, 1996; ONU, 1996; BURTON, 1998).

### **n) Princípio do Uso dos Recursos Naturais**

O uso dos recursos naturais renováveis não deve ocorrer a uma taxa superior a sua capacidade regenerativa. No caso de recursos não-renováveis, a velocidade de extração deverá ser condicionada ao prazo necessário para o desenvolvimento de tecnologias substitutivas. Quanto à liberação de substâncias para o ambiente, os fluxos não devem exceder à capacidade adaptativa dos ecossistemas. Na busca de soluções tecnológicas, quando possível devem-se escolher aquelas que consumam a menor quantidade de recursos (ONU, 1996; ALEMANHA, 1997 e 1998).

### **o) Princípio Compensatório**

Devem estar previstas na legislação, compensações a vítimas de poluição e outros danos ambientais (ONU, 1997).

Estes princípios são o caminho para que sejam definidos princípios específicos de sustentabilidade para os sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A partir dessa sistematização, poderão ser determinados indicadores ligados a cada um deles, estabelecendo uma política de monitoramento das ações propostas pelo Poder Público.



## **3.2 Sistemas de Água e Esgoto no Meio Urbano**

### **3.2.1 A Água no Meio Urbano**

A água é um elemento encontrado na natureza nas mais diferentes formas. Possui características essenciais para a humanidade, sendo o homem, seu principal usuário e também seu maior poluidor.

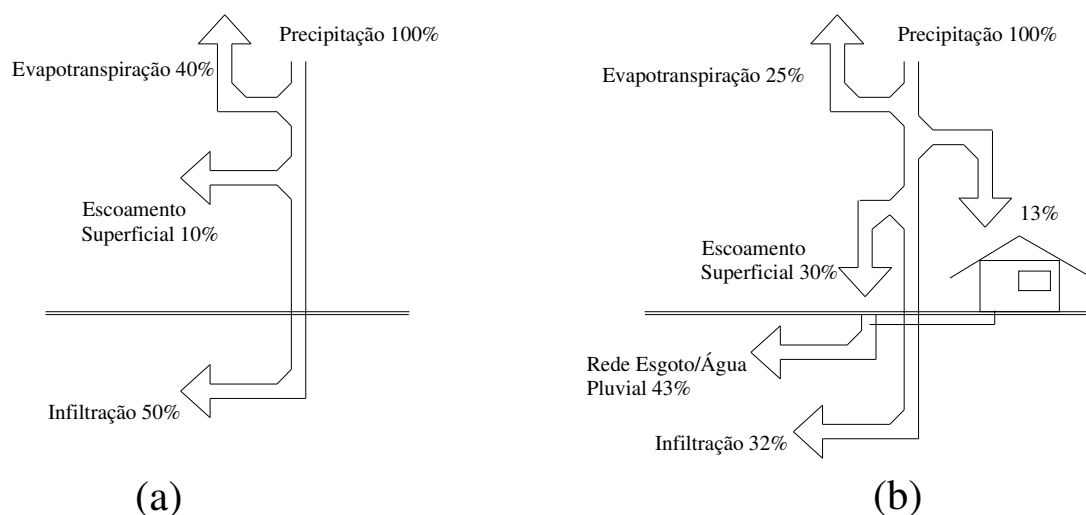
A água possui um ciclo fechado quando encontrada em ambientes naturais, o qual não sofreu nenhum tipo de mudança. No ambiente natural, a água é encontrada em mananciais superficiais ou subterrâneos, que são formados através da infiltração ou escoamento superficial das águas de chuvas. Por sua vez, os mananciais sofrem a evaporação, subindo à atmosfera e formando novas precipitações. O ciclo então se fecha com as seguintes etapas: precipitação, escoamento superficial, infiltração, mananciais, evaporação.

No entanto, o ciclo da água no meio urbano, através da urbanização, sofre modificações em seus componentes presentes no ciclo natural. Apesar de ser um ciclo fechado, ele percorre as cidades modificando suas características de qualidade, quantidade, velocidade das águas, entre outros. Com a urbanização, uma ou várias etapas do ciclo da água passam a ser induzidas pelo ser humano. Surgem os desvios, armazenamentos, recalques, redes de abastecimento e de coleta, despejos, infiltrações, entre outros. Além do aspecto quantitativo, a água sofre grandes alterações qualitativas ao longo de sua passagem no meio urbano, modificando seu estado químico, e então, tendo que ser tratada para voltar ao seu estado de qualidade.

O ciclo da água, então, no meio urbano, se resume em mover a água de onde se encontra disponível para onde seu uso seja necessário, e removê-la após sua utilização, retornando aos corpos receptores e ao meio ambiente.

No entanto, as precipitações, que são independentes da vontade humana, continuam ocorrendo, o que torna necessário o controle dessas águas. O homem passa então a captar as águas pluviais, através de redes coletoras, dispondo-as novamente ao meio ambiente, para não causar danos ao ambiente

construído e à população. Na Figura 3.1, pode-se perceber a diferença entre o ciclo hidrológico natural e o ciclo hidrológico com urbanização.



**Figura 3.1: Exemplo de ciclo hidrológico natural (a) e ciclo hidrológico com urbanização (b)**

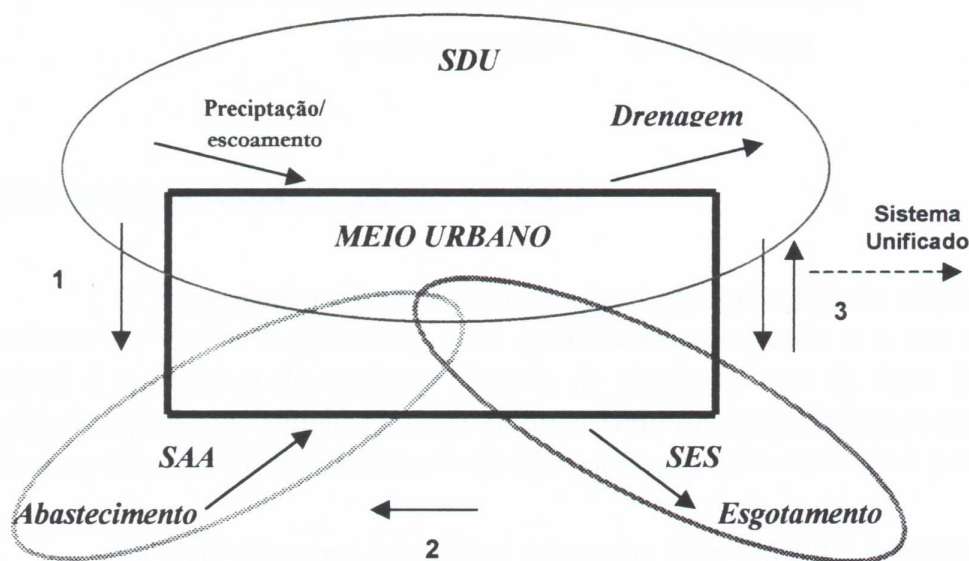
**Fonte: TEIXEIRA et al (1998)**

Na maioria das vezes, o ciclo urbano se dividirá em três partes, o Sistema de Abastecimento de Água (SAA), que proporciona o abastecimento e suprimento da água para sua utilização, o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), que retira a água posteriormente a sua utilização, e o Sistema de Drenagem Urbana (SDU), que controla o fluxo da água decorrente do ciclo hidrológico natural.

A entrada da água pode se dar de duas formas, através de sistemas induzidos, como a captação, adução, recalques, como de maneira natural, através de precipitações, escoamentos superficiais e infiltrações. A saída da água, da mesma forma, pode ser por indução humana (canais, emissários, sumidouros, entre outros), como de forma natural como evaporação, infiltração, etc.

Os sistemas de abastecimento, esgotamento sanitário e drenagem urbana, acabam interagindo de maneira a formar um fluxo dentro do espaço urbano. No entanto, apesar de todos esses ciclos serem interdependentes, há uma divisão entre suas formas de entrada no meio urbano, e por isso, muitas

vezes são tratados separadamente. Neste trabalho, será abordada a integração entre os sistemas de abastecimento de água (SAA) e de esgotamento sanitário (SES), que formam um dos ciclos do fluxo urbano da água, o induzido pelo homem.



**Figura 3.2:** Esquema de ciclo da água no meio urbano

**Fonte:** TEIXEIRA et al (1998)

Nesta pesquisa foram abordados apenas os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Para isso, foi realizada uma breve síntese dos respectivos sistemas para o conhecimento do funcionamento dos mesmos. Este capítulo limitou-se à explicitação sucinta dos sistemas, sem o aprofundamento em técnicas específicas aplicadas aos sistemas urbanos de água e esgoto.

### 3.2.2 O Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

O sistema de abastecimento de água tem como objetivo proporcionar à população o fornecimento de água de maneira adequada, em quantidade suficiente (em termos de vazão e pressão), com a qualidade exigida (através dos padrões de qualidade) e com o custo acessível à população.

Para que esse objetivo seja alcançado, deverão ser aplicadas técnicas de abastecimento de água, para que o sistema possa oferecer as condições acima citadas.

Primeiramente, abordando o termo quantitativo, a água deve ser distribuída à população de forma que a vazão atenda à demanda existente, combinando os usos e perdas que possam ocorrer, fornecendo o recurso a toda a população, sem causar prejuízos aos seus usuários. Outro aspecto a ser abordado é a pressão com que a água é fornecida, devendo respeitar os valores mínimos e máximos, que podem prejudicar os usuários e a rede de abastecimento.

Segundo o aspecto qualitativo, a água não pode ser, em nenhuma hipótese, agente transmissor de doenças. A água deve permitir que se adquira uma melhor qualidade de vida, e para isso, existem padrões de potabilidade, que devem ser obedecidos criteriosamente por responsáveis pelo abastecimento no meio urbano.

O terceiro aspecto a ser abordado está relacionado aos custos que se referem ao abastecimento de água. A água é um requisito de saúde pública que deve ser corretamente remunerado, mas que também possa garantir a universalidade, mesmo àqueles que não possam pagar por ela, devendo-se buscar soluções de baixo custo, que estejam de acordo com as características locais e que possam atender aos requisitos de qualidade e eficiência dos serviços.

### ***3.2.2.1 Captação, Transporte e Distribuição de Água para Abastecimento.***

As etapas de captação nos mananciais, transporte (adução e recalque) e distribuição (reservação e distribuição em rede), estão intimamente associadas ao aspecto quantitativo do SAA, pois determinam a vazão e a pressão em todo o sistema.

O fornecimento de água à população pode ser feito de duas maneiras, a individual e a coletiva. A primeira forma trata de usuários isolados, que necessitam de água de maneira diferenciada, para conseguir vazões maiores ou outro padrão de qualidade, por exemplo. O fornecimento coletivo, porém, é o mais utilizado no meio urbano, onde a maioria da população utiliza a água

da mesma forma, com os mesmos padrões de qualidade e quantidade. Um sistema de abastecimento de água coletivo é composto da seguinte forma:

- Captação;
- Estação Elevatória (água bruta ou água tratada);
- Adutora (água bruta ou água tratada);
- Estação de Tratamento de Água (ETA);
- Reservatório de Distribuição;
- Rede de Distribuição.

A captação é realizada em mananciais, que podem ser superficiais (geralmente com maiores vazões) ou subterrâneos (geralmente com melhor qualidade). Após a captação, o sistema tem uma estação elevatória, que bombeará a água através da adutora até chegar à estação de tratamento de água, onde sofrerá o tratamento adequado. Após esta etapa, a água segue até o reservatório, onde será distribuída à população, pelas redes distribuidoras, conforme sua necessidade.

### ***3.2.2.2 Tratamento de Água para Abastecimento***

A etapa mais importante para a implantação de um sistema de tratamento de água é a definição da técnica a ser utilizada numa determinada situação, podendo esta ser responsável pelo sucesso ou não do tratamento.

Para a escolha da melhor técnica, deve-se obter a qualidade da água a ser tratada, tendo como objetivo atender às necessidades de seu uso. No caso do abastecimento público, deve-se atender ao Padrão de Potabilidade em vigor. Além da qualidade o sistema deve levar em consideração os fatores sociais, econômico-financeiros e culturais, respeitando os costumes locais e a universalidade do sistema.

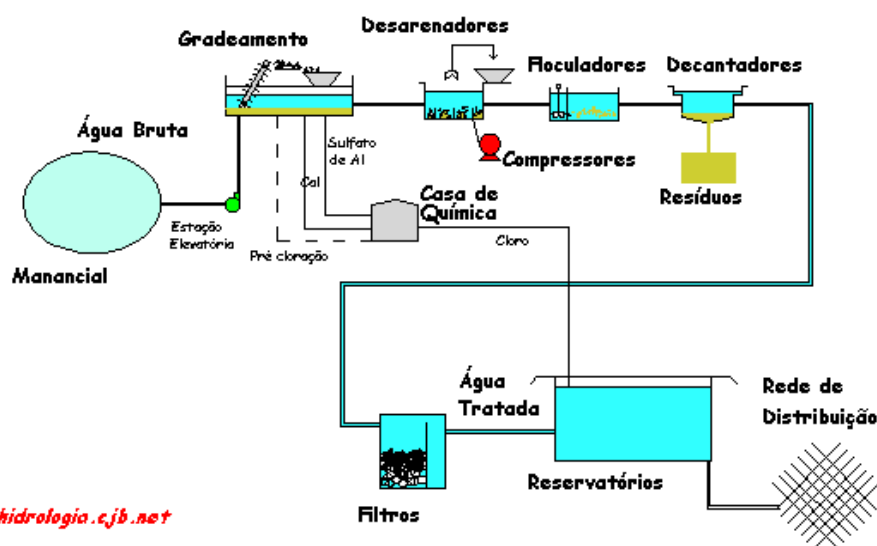
Existem dois tipos de tratamento que podem ser utilizados: sem coagulação química e com coagulação química. Os dois tipos citados utilizam produtos químicos, mesmo que em diferentes etapas do tratamento (como

correção do pH, ou a desinfecção), diferenciando-se apenas na etapa de coagulação.

O tratamento sem a utilização do coagulante químico é possível quando a água a ser captada é de boa qualidade, possuindo parâmetros próximos aos exigidos pelo padrão de potabilidade.

No entanto, o que predomina, são os tratamentos que utilizam os coagulantes químicos, capazes de promover a coagulação de sólidos presentes no meio líquido. A coagulação seguida das unidades para retenção dos sólidos é a principal responsável pela remoção da cor e turbidez, agindo também sobre outros parâmetros ligados aos sólidos removidos, como os microorganismos. Esse tipo de tratamento será baseado nas características da água bruta, que pode incluir ou excluir algumas etapas.

O tratamento mais utilizado é o tratamento completo ou convencional que possui as seguintes etapas: coagulação, realizada em unidade de mistura rápida, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção de pH.



**Figura 3.3: Esquema de Trat. Completo para Abastecimento de Água**  
**Fonte: TRATAMENTO DE ÁGUA (2001)**

Etapas adicionais podem ser acrescentadas a cada uma das alternativas, em função da necessidade do tratamento ou de características específicas da água. Pode haver, portanto, pré-desinfecção, pré-alcalinização, aeração, oxidação,

fluoração, etc, agindo de maneira complementar à seqüência principal do tratamento, de acordo com a necessidade exigida.

### **3.2.3 O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)**

O sistema de esgotamento sanitário tem a função de retirar a água que foi utilizada e transportá-la até seu destino final, seja em uma ETE ou o lançamento *in natura* nos córregos. Esse transporte pode levá-la a um sistema de tratamento, ou apenas dispô-la em um corpo receptor. É claro que a primeira alternativa é a mais correta, evitando a poluição dos mananciais, mas ainda não é a mais utilizada.

Esse sistema recebe resíduos de várias origens, como doméstico, comercial, industrial, entre outros, e que podem apresentar variações nos aspectos quantitativos e qualitativos da água coletada.

Com relação ao aspecto quantitativo, é o consumo de água que irá determinar as vazões de coleta do sistema de esgotamento sanitário (SES). Porém, existem as infiltrações da rede de coleta, que dependerão do tipo de tubulação, da junta empregada, do tipo de solo, entre tantos outros fatores a serem analisados.

No caso do aspecto qualitativo, o esgoto possui uma composição variável. Considerando-se apenas os despejos de uma comunidade, excluindo os industriais, apresenta 99,9% de água e 0,1% de impurezas físicas, químicas e biológicas, o que é suficiente para alterar as características da água, prejudicando o meio ambiente e o homem.

Para o dimensionamento, portanto do sistema de coleta e transporte do esgoto sanitário, o aspecto mais importante a ser considerado é o quantitativo, e já o dimensionamento do sistema de tratamento passa a ser o aspecto qualitativo cuja escolha dependerá das características locais, relacionadas às condições físicas, econômicas, ecológicas, sociais e culturais de cada comunidade.

#### **3.2.3.1 Coleta e Transporte do Esgoto Sanitário**

Na grande maioria dos meios urbanos, o sistema tende a ser coletivo, onde se retira o esgoto de várias residências, formado por tubulações e equipamentos (acessórios, bombas, etc), levando até um sistema de tratamento ou em corpos receptores. Existe também o sistema individual que é mais utilizado em áreas rurais, atendendo a uma ou poucas unidades habitacionais dispondo o esgoto em fossas sépticas, seguido de dispositivo de infiltração no solo. No caso deste trabalho, vamos abordar apenas o sistema coletivo, o qual envolve o meio urbano, que é objeto de estudo.

O sistema coletivo pode se dividir em unitário (ou combinado) e separador, que por sua vez subdivide-se em centralizado ou descentralizado. O sistema unitário ou combinado é aquele utilizado para receber os esgotos sanitários e as águas pluviais. Esse tipo de sistema não é comumente empregado no Brasil (exceto as ligações clandestinas e irregulares), devido às desvantagens que ele proporciona, como: tubulações com dimensões grandes, mau cheiro em bocas de lobo, retorno de resíduos de esgoto pela tubulação, entre outros.

O sistema separador é o mais comumente utilizado, sendo os dois sistemas (de esgoto sanitário e águas pluviais) totalmente separados. As águas que contém características diferentes passam a ser tratadas de maneira diferente em relação à coleta, ao transporte, tratamento e disposição final. Esse sistema pode se subdividir em sistema convencional ou condominial. O sistema convencional é utilizado na maioria dos municípios, tendo como característica as redes coletoras estarem situadas nas vias públicas, recebendo as contribuições de esgoto das habitações. É constituído por:

- Ramal Predial;
- Coletor;
- Coletor Tronco;
- Dispositivos Acessórios (tubos de inspeção, poços de visita, etc).
- Interceptor;
- Emissário;
- Estação Elevatória;
- Estação de Tratamento de Esgotos (ETE);



- Disposição Final.

O sistema condominial é diferenciado pelo fato de não atender a cada habitação separadamente, e sim a um conjunto de habitações, interligadas entre si, e que depois é lançado na rede pública. Essas ligações entre as habitações passam então a ser de responsabilidade dos moradores. Esse tipo de sistema tende a aumentar a participação da população que passa a tomar decisões e participar até mesmo da execução e operação do sistema. É formado por:

- Ramal Intramuros (de responsabilidade dos moradores);
- Rede Básica (de responsabilidade do órgão municipal);
- Estação de Tratamento de Esgotos
- Disposição Final.

Esses dois sistemas citados acima, ainda podem ser centralizador ou descentralizador. O primeiro tem como característica encaminhar todo o esgoto coletado para um ou poucos pontos de tratamento e disposição final, sendo preciso gastos com tubulações para o transporte e unidades de maior porte para o tratamento. O sistema descentralizador procura trabalhar com números maiores de unidades de tratamento e disposição final, diminuindo o custo com transporte, com menor impacto no caso de falhas no sistema.

### ***3.2.3.2 Tratamento e Disposição Final de Esgoto Sanitário***

Existem duas importantes razões para a realização do tratamento e disposição adequada dos esgotos. A primeira delas está relacionada ao problema de saúde pública, devido ao lançamento inadequado de esgoto. O segundo refere-se ao problema de impacto ambiental, lançando o esgoto nos corpos d'água.

O objetivo do tratamento de esgotos é alterar características físicas, químicas e biológicas, removendo principalmente os patogênicos. Existem

várias etapas de tratamento, as quais removem um tipo de impureza, com um grau de remoção, que são as seguintes:

- Tratamento preliminar: que remove o material mais grosseiro como sólidos suspensos e flutuantes de dimensões maiores;
- Tratamento primário: que remove material em suspensão, não grosseiro, que sedimenta, mas que utiliza equipamentos com tempo de retenção maior;
- Tratamento secundário: que remove principalmente matéria orgânica solúvel e suspensa não sedimentável, através de processos em que predominam as ações biológicas, a partir de microorganismos;
- Tratamento terciário: que remove nutrientes, matéria orgânica, sólidos suspensos e patogênicos em grau maior que o tratamento secundário, viabilizando os recursos hídricos para outros fins.

No Quadro 3.1 pode-se verificar a faixa de remoção de alguns parâmetros de qualidade segundo o nível do tratamento.

**Quadro 3.1 – Remoção de alguns parâmetros de qualidade em diferentes níveis de tratamento de esgoto**

<b>Nível do Tratamento</b>	<b>Matéria Orgânica</b> (% remoção de DBO)	<b>Sólidos em Suspensão</b> (% remoção de SS)	<b>Nutrientes</b> (% remoção de nutrientes)	<b>Bactérias</b> (% remoção)
<b>Preliminar</b>	5-10	5-20	Não remove	10-20
<b>Primário</b>	25-50	40-70	Não remove	25-75
<b>Secundário</b>	80-95	60-95	Pode remover	70-99
<b>Terciário</b>	40-99	80-99	Até 99	Até 99,999

Fonte: CETESB (1988)

Existem diversos tipos de tratamento de esgotos sanitários que dependem do grau de descontaminação que se queira alcançar, das características locais, do transporte do esgoto até a Estação de Tratamento de Esgoto, entre outros fatores. Por isso, será realizada apenas a exposição dos

principais tipos de tratamento, porque sua escolha depende de diversos fatores a serem analisados.

Os principais processos de tratamento de esgoto analisados por Von SPERLLING (1996), serão citados a seguir:

a) Processos Biológicos Aeróbios

- Lodos Ativados Convencionais;
- Lodos Ativados por Aeração Prolongada;
- Lodos Ativados por Oxidação Total;
- Lodos Ativados por Batelada;
- Filtros Biológicos Aeróbios.

b) Processos Biológicos Anaeróbios/Aeróbios

- Lagoas de Estabilização Anaeróbias;
- Lagoas de Estabilização Facultativas;
- Lagoas de Estabilização Aeróbias;
- Lagoas Aeradas e Lagoa de Sedimentação.

c) Processo Biológicos Anaeróbios

- Biodigestores de Alta Capacidade;
- Filtro Anaeróbio;
- Reator de Manta de Lodo (UASB);
- Reator de Leito Fluidificado;
- Reator Compartmentado;
- Fossas Sépticas e Sistema de Infiltração.

d) Processos Químicos

- Precipitação Química;
- Outros (Neutralização, Oxidação, etc).

e) Processos Físicos

- Flotação;
- Outros (Sedimentação, etc).

f) Disposição no Solo

- Infiltração Lenta;
- Infiltração Rápida;
- Infiltração Sub-Superficial;
- Escoamento Superficial.

Esses processos são os mais comumente utilizados, no entanto, alguns são mais empregados em comunidades pequenas, outros em grandes cidades e outros em soluções individuais. Para tanto, é necessário adequar cada tratamento à necessidade de cada município. Nesta pesquisa não será abordado nenhum tipo específico de tratamento de esgoto, direcionando-se o trabalho para uma forma mais abrangente que possa ser empregada em várias situações.

### **3.3 Relação entre Sustentabilidade e os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto**

A água é um dos temas mais abordados no último encontro da ONU, a Rio +10 (NCSD, 2002), onde foram discutidas a escassez deste recurso e a prevenção da extinção do mesmo. A água é um recurso de extrema necessidade para a sobrevivência humana, porém as pessoas devem se conscientizar dos problemas que sua falta pode causar a sua sobrevivência.

Segundo estatísticas, quase metade da população mundial enfrenta grave situação de abastecimento de água, cuja disponibilidade é comprometida pelos níveis crescentes de poluição provocada pelos defensivos agrícolas, pela atividade de mineração, lançamento de efluentes industriais, lixo e resíduos urbanos e lançamento de esgotamento sanitário acima da capacidade de autodepuração dos corpos d'água.

Os fenômenos do processo acelerado de urbanização causam um crescimento desordenado que prejudica todos os serviços públicos dos municípios. A concentração da população nas áreas urbanas tem afetado o processo de infra-estrutura, acarretando uma sobrecarga nos sistemas.

Os Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário são prejudicados com a urbanização desordenada e ocupação inadequada de lotes. Muitas vezes os sistemas não possuem infra-estrutura adequada e acabam agredindo o meio ambiente, poluindo os mananciais próximos com o despejo de seus resíduos.

O impacto sofrido pelos mananciais tem reflexos imediatos e dramaticamente sentidos nas áreas urbanas, afetando o abastecimento de água, além do controle de enchentes, recreação, irrigação entre tantos outros fatores ligados ao consumo de água que afetam o ser humano.

O gerenciamento da qualidade e da quantidade é extremamente importante neste momento. Muitas das ações de estratégia são de curto prazo, remediando as “emergências” das cidades. No entanto, essas urgências são tratadas de forma fragmentada, com baixo desempenho, contribuindo para agravar os problemas no gerenciamento dos sistemas.

A sustentabilidade está, portanto, intimamente ligada aos recursos hídricos, já que a água vem se tornando um recurso indispensável. Deve-se tomar medidas para que uma melhor forma de gestão seja aplicada aos recursos hídricos, cada vez mais poluídos e escassos, causando problemas à população.

Uma gestão adequada dos recursos hídricos do meio urbano apresentaria uma série de impactos positivos sobre o meio ambiente, sociedade e economia. Mas, para que isso ocorra, é preciso uma mudança não apenas na percepção como também na elaboração de instrumentos que atuem sobre a gestão do fluxo da água.

Portanto, o conceito de sustentabilidade faz com que novas condutas sejam adotadas pelos seus usuários e administradores, promovendo um melhor uso, despoluindo mananciais, evitando desperdício, além de acesso a todos, com tarifas justas, respeitando sua cultura.

## **3.4 Indicadores de Sustentabilidade**

### **3.4.1 A Necessidade do Uso de Indicadores**

Indicadores são ferramentas utilizadas pelas comunidades, órgãos públicos e privados, para avaliar e monitorar as tendências de seu desenvolvimento, bem como sua eficiência e eficácia, definindo metas de melhoria (KAYANO, 2002). Segundo GRANADOS & PETERSON, (apud MILANEZ, 2000):

*“Indicadores quantificam informações, de forma que sua significância esteja mais rapidamente aparente, e simplificam a informação sobre os fenômenos complexos para melhorar a comunicação com o público e com os tomadores de decisão”.*

Um dos motivos para que eles sejam usados é a exigência de órgãos internacionais que financiam projetos e que precisam medir seu desempenho, além da necessidade de se legitimarem os dados e de democratizar a informação possibilitando a participação popular.

No entanto, para se obter bons indicadores deve-se tomar vários cuidados quanto a sua concepção. Nem sempre a compreensão dos indicadores pela sociedade é clara e precisa, causando divergências em seus resultados. Alguns problemas quanto à concepção de indicadores são apontados por KAYANO (2002):

- Clareza do que se pretende medir;
- Qualidade e precisão na produção das informações que compõem o indicador;
- Cautela e cuidado na interpretação das informações disponíveis.

No caso de políticas públicas, a construção de indicadores é de grande relevância tanto para os administradores como para a comunidade. Por parte do Poder Público, eles auxiliam na gestão, subsidiando as políticas, podendo definir metas e avaliando o progresso dos programas implantados. Por parte

da população, os indicadores podem avaliar a forma de governar, denunciando a realidade local e assim, aumentando a participação popular no exercício de sua cidadania.

### **3.4.2 Indicadores de Sustentabilidade**

A Agência Federal de Meio Ambiente da República Federal da Alemanha (ALEMANHA, 1997 apud MILANEZ, 2002) defende o uso de indicadores de sustentabilidade como forma de: melhorar a base de informações sobre o meio ambiente, auxiliar a elaboração de políticas públicas ambientais, simplificar estudos e relatórios sobre o meio ambiente e assegurar a comparabilidade entre diferentes países.

A justificativa para que os indicadores sejam incorporados, segundo OCDE (1994), e Ministério do Médio Ambiente (1996) apud SILVA (2000), são:

- A necessidade crescente de se contar com informações adequadas nas tomadas de decisões referentes à gestão e ao monitoramento do patrimônio ambiental, estando ele sob a interferência antrópica direta ou indireta, principalmente quando se tem a perspectiva de promoção da sustentabilidade em um dado meio;
- A necessidade de que essa base de dados seja disponibilizada para diferentes atores sociais, sejam eles da administração pública, a própria sociedade civil ou parcerias estabelecidas entre diferentes setores da sociedade;
- A necessidade de que essa disponibilização tenha uma forma que contemple a sintetização de uma grande quantidade de informações científicas relacionando o meio ambiente a parâmetros apropriados para os processos de tomada de decisões e de informação pública.



### 3.4.3 Indicadores e Índices

Para que possa ser realizado este trabalho, primeiramente é necessário estabelecer um conceito sobre indicador e índice. O indicador é considerado pela OCDE (1993), apud SILVA (2000) como *“um parâmetro, ou um valor derivado de um parâmetro, que fornece as informações sobre um fenômeno”*.

Porém, um indicador deve conter uma informação, que torna perceptível a ocorrência de um fenômeno, viabilizando esta informação de forma mais simplificada e compreensível, sendo de certa forma uma síntese do acontecimento de um certo fenômeno.

SILVA (2000) coloca algumas características dos indicadores, como:

- transparência da sua origem em dados estatísticos;
- caráter de sintetização das informações complexas;
- detectar fenômenos antecipadamente;
- ser facilmente compreensível pelo seu público.

O conceito de índice, por sua vez, consiste em um grupo de indicadores, promovendo uma síntese de dados em uma única expressão. O índice busca sintetizar informações de um fenômeno ou conjunto de fenômenos, tornando a informação mais simplificada, sendo considerado também um indicador.

Porém, no caso de adoção de índices, é possível que ocorram desvios e distorções nas informações, comprometendo a integridade das variáveis. O Ministério do Meio Ambiente da Espanha, conclui que os índices são ponderados de acordo com o posicionamento dos seus formuladores em relação aos valores estipulados para os componentes dos mesmos.

Granados & Peterson (1999) concluem que uma das fraquezas dos índices é que os dados podem ser perdidos ou escondidos no processo de agregação. Além disso, diferentes cenários podem levar ao mesmo valor dos índices, correndo-se o risco de não conseguir identificar um problema de forma mais exata, dificultando sua correção.

Portanto, ao se adotarem indicadores ou índices, deve-se tomar a precaução de realizar uma análise sobre o fenômeno, para que se comprove o

que foi indicado. Caso contrário, o indicador ou índice não está respondendo para o que foi designado, sendo, portanto, um indicador deficiente.

#### **3.4.4 Critérios para a Escolha de Indicadores**

Para que se consiga criar um sistema de indicadores, é importante estabelecer critérios para alcançar o objetivo pretendido. KAYANO (2002) estabelece alguns critérios básicos para desenvolver indicadores, sendo:

- Ter clareza nos dados;
- Ter qualidade e precisão das informações;
- Medir ao longo do tempo;
- Estabelecer comparações com diferentes locais;
- Estabelecer um padrão normativo;
- Ser de fácil compreensão;
- Ter validade e estabilidade;
- Expressar características essenciais e mudanças esperadas;
- Ter amplitude e diversidade;
- Ser independente;
- Ser confiável;
- Ser de fácil obtenção.

MICHELL (1996) desenvolveu uma estrutura metodológica para estabelecer indicadores de sustentabilidade, com os seguintes critérios:

- Relevantes nos resultados pretendidos e cientificamente defensáveis;
- Sensíveis a alterações de espaço e de grupos sociais;
- Sensíveis a mudanças ao longo do tempo;
- Apoiados em dados consistentes;
- Compreensíveis, e se for o caso, que tenham ressonância;
- Mensuráveis;
- Expressos de forma que faça sentido;
- Identificação das metas e tendências que identifiquem uma evolução para uma sustentabilidade desejável.

A SUSTAINABLE SEATTLE (1998) propõe algumas características para a escolha de indicadores de sustentabilidade:

- Fácil interpretação;
- Mostrar as tendências através dos tempos;
- Compatibilidade com a escala espacial ao qual está aplicado;
- Comparações com outras situações no tempo e no espaço;
- Referência em um parâmetro acessível;
- Contemplar as inter-relações dos fatores externos;
- Relação de custos e benefícios;
- Consideração de fatores humanos e ecológicos;
- Dimensão ao longo prazo.

Os indicadores de sustentabilidade devem possuir duas características essenciais para o seu bom funcionamento: devem ter abrangência espacial e, sobretudo temporal, de forma a serem estabelecidos em um espaço numa determinada época, mas podendo permanecer nas gerações futuras e em outras localidades com as mesmas características.

Os indicadores de sustentabilidade foram divididos, segundo a Agência Federal de Meio Ambiente da República Federal da Alemanha, em quatro grupos:

- Indicadores de força de ação: dizem respeito aos fatores causais, como performance do transporte ou consumo de energia e recursos.
- Indicadores de pressão: refletem a pressão que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente, como o nível de emissões de poluentes, a produção de resíduos e o uso da terra.
- Indicadores de estado: tentam medir as mudanças de estado do meio ambiente que resultam dos impactos do desenvolvimento, representam a qualidade do meio ambiente, por exemplo, a qualidade dos corpos d'água.
- Indicadores de resposta: descrevem as respostas da sociedade às mudanças ocorridas, ou as atividades e estratégias adotadas para

prevenir e remediar impactos negativos. Podem-se citar: aumento do serviço de coleta e tratamento de esgotos.

*“Os países devem desenvolver sistemas de monitoramento e avaliação do avanço para o desenvolvimento sustentável adotando indicadores que meçam as mudanças nas dimensões econômica, social e ambiental”.(CNUMAD, 1996).*

Devido à complexidade dos assuntos que abordam, normalmente é necessária uma lista ampla e abrangente de indicadores que tenha relação com toda a variedade de atividades da sociedade. De forma geral, os indicadores de sustentabilidade tentam integrar questões econômicas, sociais, ambientais, políticas e culturais, tornando possível a análise da real qualidade de vida da comunidade e suas perspectivas, bem como os resultados obtidos.

No entanto, é possível que na elaboração de um conjunto de indicadores acabe por se obter uma lista extensa que tornaria difícil o monitoramento. Para a redução na quantidade de indicadores, BOSSEL (1999) sugeriu alguns procedimentos:

- Agregação: utilizar o indicador mais agregado possível;
- Condensação: utilizar o indicador que represente a última consequência de um determinado problema, sem considerar os indicadores e sistemas intermediários;
- Enfoque no elo mais fraco: dar preferência aos componentes que podem representar uma real ameaça ao sistema;
- “Cesta básica”: se houver diferentes indicadores vinculados, pode-se considerar a criação de índices que ofereçam uma visão média da situação;
- “Cesta mínima”: se a satisfação de um aspecto depender do estado de cada um dos vários indicadores, pode-se escolher, como indicador representativo, aquele que possuir o pior resultado;
- Indicador representativo: identificar a variável que ofereça uma informação confiável do desenvolvimento do sistema;

- Avaliação subjetiva da viabilidade: se uma pequena quantidade de informações estiver disponível, deve-se fazer uma avaliação subjetiva e sumária do sistema.

Finalizando, os critérios apresentados são bastante convergentes, apresentando variáveis que caminham para a mesma finalidade. MILANEZ (2002) apresenta uma sistematização de critérios para escolha de indicadores, segundo vários autores. Após uma análise comparativa, este autor obteve uma lista com 14 critérios, eliminando alguns por possuírem a mesma finalidade ou por se confundirem com as próprias dimensões ou os princípios de sustentabilidade. A lista de critérios resultante foi a seguinte:

- a) - **Coerência com a Realidade Local:** representar valores locais;
- b) - **Relevância:** refletir algo que seja importante sobre o que se deseja medir;
- c) - **Clareza na Comunicação:** ser claro e simples, permitindo uma rápida compreensão e aceitação;
- d) - **Pró-Atividade:** ser estimulante e excitante, capaz de sugerir uma ação efetiva;
- e) - **Facilidade para Definição de Metas:** proporcionar aos tomadores de decisão a facilidade em definir metas para serem alcançadas;
- f) - **Consistência Científica:** usar metodologias que sejam cientificamente definidas e de fácil reprodução, além de socialmente aceitáveis;
- g) - **Acessibilidade dos dados:** usar informações relativamente fáceis de coletar e utilizar, a um custo acessível;
- h) - **Confiabilidade da Fonte:** usar informações coletadas em fontes confiáveis;
- i) - **Amplitude Geográfica:** ser sensível às mudanças no espaço, podendo considerar escalas locais, regionais, ou mesmo globais;
- j) - **Padronização:** dar preferência a procedimentos padronizados, a fim de facilitar comparações com outras situações;
- k) - **Sensibilidade a Mudanças no Tempo:** mostrar mudanças ao longo do tempo, mostrando suas tendências;
- l) - **Adequabilidade a Mudanças da Realidade:** ter facilidade de se ajustar na medida em que novas condições se apresentem;

**m) - Preditividade:** avisar antecipadamente sobre os problemas antes que se tornem de difícil solução;

**n) - Capacidade de Síntese:** transmitir uma mensagem geral, mas possibilitar ao usuário visualizar os detalhes.

Sendo assim, os indicadores devem ser compreendidos e internalizados por cada indivíduo, mudando a percepção de cada um, e conseqüentemente seus hábitos e costumes. Devem também evoluir com o tempo, acompanhando a velocidade de transformação e mudança dessas comunidades.

### **3.4.5 Indicadores Relacionados aos Sistemas Urbanos da Água e Esgoto**

#### ***3.4.5.1 Indicadores Utilizados no Gerenciamento do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário***

Os indicadores para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário estão hoje relacionados ao gerenciamento, sendo normalmente monitorados pelo órgão gestor desses sistemas. Muitos dos indicadores geralmente utilizados não revelam nenhuma tendência quanto à sustentabilidade.

No entanto, alguns deles podem indicar tal tendência. Assim, optou-se por identificar, a partir da literatura específica, os indicadores mais comumente usados pelos órgãos gestores e controladores dos sistemas, que poderiam servir de base para a elaboração dos indicadores de sustentabilidade.

No Quadro 3.2, estão relacionados os indicadores obtidos, tendo como fontes de consulta órgãos públicos responsáveis ou envolvidos com esses sistemas (SAA e SES), como CETESB (2002), SABESP (2002), IBGE (2002), entre outros. Para melhor compreensão, os indicadores foram selecionados e agrupados por tipo de uso nos órgãos gestores.

**Quadro 3.2. Indicadores de gerenciamento de SAA e SES**

<b>A) – Indicadores de Recursos Humanos</b>
Índice de produtividade operacional total
Quantidade total de empregados próprios
Índice de produtividade operacional de empregados próprios
Quantidade de empregados terceirizados
Número de pessoas com licenças médicas nos sistemas
Número de acidentes ocorridos/mês nos sistemas
<b>B) – Indicadores Operacionais</b>
Capacidade total de reservação
Extração anual de água subterrânea e superficial na bacia ou no principal manancial
Retirada anual de água segundo seus diferentes usos
Percentual de água subterrânea extraída na total das reservas de águas avaliadas
Reserva de água doce superficial e subterrânea
Vazão média da bacia ou principal manancial
Vazão específica da bacia ou principal manancial (L/s/km <sup>2</sup> )
Precipitação na bacia ou no principal manancial no ano
Evaporação na bacia ou no principal manancial no ano
Volume de esgoto <i>in natura</i> lançado nos corpos hídricos
Domicílios com instalações sanitárias
Consumo de água faturado por economia
Consumo micromedido por economia
Percentual de água coletada subterraneamente
Percentual de água coletada superficialmente
Percentual de esgoto tratado
Quantidade de economias ativas (água + esgoto)
Quantidade de ligações ativas (água + esgoto)
Quantidade de ligações de água
Quantidade de ligações de esgoto
Índice de perdas por ligação

Índice de perdas físicas no tratamento
Índice de perdas físicas na produção
Índice de perdas físicas na adução
Índice de perdas físicas na distribuição
Índice de macromedição
Índice de micromedição
Consumo médio per capita de água
Porcentagem de água tratada que é fluoretada
Destino do lodo que é gerado em ETA
Existência do tratamento do lodo de ETE
Existência de interceptores

<b>C) – Indicadores Econômicos</b>
Arrecadação total
Despesa de exploração por economia
Despesa de exploração por m <sup>3</sup> faturado
Despesa média anual por empregado
Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado
Dias de faturamento comprometidos com contas a receber
Incidência de pessoas e serviços de terceiros nas despesas totais com serviços
Participação das despesas de pessoal total nas despesas de exploração
Participação das despesas de produtos químicos nas despesas de exploração
Participação das despesas de energia elétrica nas despesas de exploração
Participação das despesas de pessoal próprio nas despesas de exploração
Patrimônio líquido
Tarifa média de água
Tarifa média de esgoto
Tarifa da poluição
Lucro líquido
Índice de perda de faturamento
Cobrança pelo serviço de abastecimento de água
Cobrança pelo serviço de esgotamento sanitário



Percentual do orçamento municipal destinado ao sistema como um todo
Percentual de faturas pagas no mês;

<b>D) – Indicadores de Qualidade e Eficiência</b>
Duração das intermitências prolongadas
Duração das paralisações
Duração dos extravasamentos registrados
Duração média dos reparos de extravasamentos
Quantidade de economias ativas atingidas por paralisações
Quantidade de economias ativas atingidas por intermitências
Ampliação dos serviços de abastecimento de água
Ampliação dos serviços de esgotamento sanitário
Ampliação dos serviços de tratamento de esgoto antes de ser lançado em corpos hídricos
Eficiência da micromedição
Porcentagem dos corpos hídricos superficiais na bacia ou região com concentração de Coliformes Fecais acima dos padrões
Coefficiente de incidência de cólera
Proporção de prevalência de exames positivos de esquistossomose
Notificações e óbitos com doenças de origem por veiculação hídrica
Extravasamento de esgoto por extensão da rede
Implementação de projetos ambientais em nível de bacia
Incidência de análises de cloro residual fora do padrão
Incidência de análises de coliformes fecais fora do padrão
Incidência de análises de turbidez fora do padrão
População atendida por abastecimento de água
População atendida por esgotamento sanitário
Quantidade de extravasamento de esgotos registrados
Quantidade de interrupções sistemáticas
Quantidade de paralisações
Quantidade de reparos em redes de água e esgoto
Índice bruto de perdas
Índice de perdas por vazamento

Índice bacteriológico
Número de amostras coletadas com ausência de coliformes fecais
Índice físico-químico
Índice de conserto de ramais
Índice de reparo de juntas e arrebentamento
Índice de rede pesquisada
Quantidade de redes geofonadas
Índice de vazamentos apontados
Índice de manutenção de hidrômetros
Índice de desempenho de consertos de vazamento
Número de consertos realizados até 12 horas do registro
IQA- Índice de Qualidade da Água
IAP- Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público
ISTO- Índice Substâncias Tóxicas e Organolépticas
IGQA- Índice Geral de Qualidade da Água
Existência de contaminação ou contaminação na captação
Existência e forma de proteção na captação
Existência de racionamento
Realização da vigilância da qualidade da água
Realização de programas de controle de perdas de água
Percentual de ocorrência de doenças causadas por veiculação hídrica em hospitais do município;

<b>E) – Indicadores de Relação com a Comunidade</b>
Número de cursos e workshops sobre recursos naturais
Número de participantes em cursos e workshops realizados
Número de projetos implantados para sensibilização
Número de práticas de prevenção de poluição e desperdício implantadas
Quantidade de reclamações sobre os SAA e SES
Número de escolas que possuem educação ambiental
Número de sites relacionados aos SAA e SES do local
Existência de serviço de atendimento ao público

### 3.4.5.2 Indicadores para Sistemas Urbanos de Água e Esgoto Relacionados com a Sustentabilidade

No Quadro 3.3, são apresentados alguns indicadores de sistemas urbanos de água e esgoto que, embora não tenham sido propostos explicitamente com esta denominação, podem ser relacionados com o conceito de sustentabilidade.

**Quadro 3.3: Experiência de Indicadores Relacionados à Sustentabilidade**

<b>Indicador</b>	<b>Experiência</b>
Porcentagem da população com instalações adequadas para esgotamento	Agenda 21
Acesso a água tratada	Agenda 21
Relação entre gastos ambientais e produto interno líquido	Agenda 21
Extração anual de água superficial e subterrânea	Agenda 21
Consumo doméstico de água per capita	Agenda 21
Reservas de água subterrânea	Agenda 21
Concentração de coliformes fecais em água doce	Agenda 21
DBO nos corpos d'água	Agenda 21
Tratamento dos resíduos da água	Agenda 21
Salmão Selvagem	Seattle
Consumo de água	Seattle
Prevenção a poluição	Seattle
Taxa e frequência de fornecimento de água tratada	IQVU – BH
Disponibilidade de rede de esgoto	IQVU – BH
Quantidade de água consumida em processos industriais, normalizados para produção.	EPA - México
Quantidade de Água Potável Disponível Per Capita	EPA - México
Porcentagem de população que é servida por água potável.	EPA - México
Porcentagem de População Provida de Serviço de Coleta de Esgoto	EPA - México
Porcentagem de esgoto coletado que recebe tratamento	EPA - México
Porcentagem de volume total de água potável desinfetada antes de entrega.	EPA - México

Qualidade das águas superficiais	EPA - México
Qualidade das águas subterrâneas	EPA - México
Oxigênio e Conteúdo de Nitrato em rios	OCDE
Taxas de conexão de sistemas de esgoto	OCDE
Despesa pública em tratamento de esgoto	OCDE
Retirada de água doce	OCDE
Intensidade de uso para residências, irrigação e indústrias	OCDE
Uso de água não-renovável/ Uso total de água doce	Holmberg e Azar
Porcentagem de população com acesso à água potável e serviço de saúde pública	Holmberg e Azar UNCSD
Despesas de infra-estrutura per capita	UNCSD
Consumo de energia anual	UNCSD
Despesas de proteção ambiental	UNCSD
Retirada anual de água doce/ volume disponível anual	UNCSD
Consumo doméstico de água	UNCSD
Reserva de água subterrânea	UNCSD
Concentração de coliformes fecais em água doce	UNCSD
Cobertura de tratamento de esgoto	UNCSD
Despesas na administração de desperdícios	UNCSD
Reciclagem e reuso de esgoto	UNCSD

Com base nos indicadores apresentados, poderá ser realizada uma análise comparativa entre os indicadores da região experimentada com a experiência de Jaboticabal, podendo-se utilizar processos de escolha e indicadores semelhantes, adequando-os à realidade do local.

Os indicadores relacionados à sustentabilidade devem ser, pela sua própria natureza, escolhidos de forma participativa, adequando suas características para o local em que está sendo realizada a experiência.

Existem alguns lugares onde estes indicadores já foram definidos, apresentando diversas formas de abordagem e escolha. A experiência mais conhecida é a de Seattle, onde houve a escolha de forma participativa, com indicadores característicos da região. Dificilmente o mesmo conjunto de indicadores aplicados em Seattle poderá ser experimentado em outros locais, mas pode haver uma modificação ou adequação. O indicador escolhido para o

monitoramento da qualidade da água, por exemplo, foi a presença do salmão selvagem, espécie típica da região e que necessita de água em nível ótimo para sobreviver. Em outra região, onde o salmão não exista, este indicador não terá sentido.

Uma outra experiência que apresentou muita semelhança com este estudo, foi o trabalho de LUNDIN (1999), que seleciona indicadores ambientais ligados à sustentabilidade, abordando os sistemas urbanos de água.

Nessa pesquisa, foram selecionados indicadores utilizados comumente pelos sistemas, que continham referências ambientais, sendo aplicados quatro critérios de escolha: relevância, preditividade, simplicidade e disponibilidade dos dados. Os 12 indicadores obtidos, com os respectivos valores de referência, são apresentados no Quadro 3.4. É importante observar que apenas uma dimensão da sustentabilidade (a ecológica/ambiental) foi considerada.

**Quadro 3.4: Indicadores ambientais para os sistemas urbanos de água e esgoto, selecionados por LUNDIN (1999)**

<b>Indicador</b>	<b>Valores de referência sugeridos</b>
Percentual de retirada de água	<100
Qualidade da água bruta	Toda água deve ser potabilizável
Proteção do recurso	Todas as fontes devem ser protegidas
Uso da água	Disponibilidade suficiente
Qualidade da água	Dentro do padrão de potabilidade
Consumo de energia e produtos químicos para o abastecimento de água	Máxima eficiência possível
Perdas (vol. distribuído / vol. produzido)	Baixas
Alcance do tratamento dos esgotos (vol. de esgoto tratado / vol. de água distribuída)	Todo o esgoto deve ser tratado
Percentual de remoção de DBO, P e N	Atendimento às normas
Cargas de DBO, N e P lançadas	Compatíveis com a capacidade de assimilação do corpo receptor
Consumo de energia e produtos químicos para o tratamento de esgoto	Máxima eficiência possível
Água de chuva, % de superfície impermeável	<10%
Percentual de recuperação de nutrientes	100%
Qualidade dos lodos produzidos	Atendimento ao padrão
Recuperação de energia	Máxima possível

## **4 OBTENÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA E ESGOTO**

### **4.1 Princípios Específicos para os Sistemas de Abastecimento de Água e Sistemas de Esgotamento Sanitário**

A análise para estabelecer os princípios de sustentabilidade específicos para os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto surge a partir dos princípios genéricos de sustentabilidade, sistematizados por MILANEZ (2002). Através da sistematização proposta, pode-se comparar os princípios e agrupá-los ou não para a formação dos princípios específicos.

Na definição dos princípios específicos de sustentabilidade para os sistemas urbanos de água e esgoto, procurou-se agrupar os princípios genéricos de forma que representassem as necessidades dos sistemas. No entanto, o princípio da Paz não derivou a nenhum princípio específico, subentendendo que este princípio deve estar presente em qualquer atividade da sociedade, inclusive sobre os sistemas urbanos de água e esgoto.

#### **4.1.1 Explicitação dos Princípios Específicos de Sustentabilidade para os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto**

##### ***(1) - Equidade (universalização dos serviços)***

*Todas as pessoas têm direito ao acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, podendo suprir suas necessidades de forma digna, garantindo a saúde pública.*

Tendo como prioridade as ações humanas, deve ser considerado o acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, garantindo a sustentabilidade social a todos os moradores do município.

Além disso, esses serviços garantem a saúde pública dos moradores e do local, protegendo também o meio físico de eventuais poluições. Esses serviços devem ser oferecidos com qualidade, evitando intermitências no abastecimento e diminuindo as perdas do sistema, bem como garantindo a eficiência da coleta de esgoto e dos tratamentos de água e esgoto.

### **(2) - Respeito às Condições Locais**

*As soluções apresentadas para os SAA e SES devem considerar e adequar-se às condições locais (sociedade, economia, cultura, meio físico e biológico), sem causar prejuízos à sua comunidade ou às comunidades vizinhas.*

Todo tipo de solução a ser aplicada nos sistemas urbanos de água e esgoto, seja ela tecnológica ou de gestão, deve ser avaliada em todos os aspectos, condizendo ao local, de acordo com a sociedade, economia, cultura, meio físico e biológico.

A importação de tecnologia ou formas de gestão não será relevante caso as experiências de outros locais não atenda às particularidades da sociedade e do seu ambiente.

### **(3) - Desempenho Econômico**

*Todos os projetos e serviços dos SAA e SES devem ser elaborados e oferecidos com viabilidade econômica, considerando a melhor utilização dos recursos disponíveis, sem prejuízo dos outros princípios.*

Por ser um serviço público, os sistemas urbanos de água e esgoto visam à diminuição, o quanto possível, de gastos desnecessários. Porém, algumas soluções que são apresentadas como as melhores economicamente, prejudicam outros princípios, como a geração de trabalho e renda ou o uso responsável de recursos naturais.

Para que seja apresentada a melhor solução a ser aplicada aos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário a redução de custo não deve ser primordial. Deve ser considerada também a qualidade do serviço, sem comprometer a saúde dos moradores e do ambiente.

#### **(4) - Geração de Trabalho e Renda**

*Entre as alternativas para soluções dos SAA e SES, deve-se dar prioridade àquelas intensivas em mão-de-obra, proporcionando um ambiente seguro e salubre ao trabalhador.*

Com a crise mundial e a falta de emprego há uma preocupação em garantir às pessoas uma fonte de renda. Para isso, a escolha de tecnologias que envolvam o maior número de mão-de-obra seria o ideal.

Isto não significaria estagnar-se no tempo, sem a aplicação de novas tecnologias, nem ao menos inchar o sistema com mão-de-obra desnecessária sem garantir condições adequadas de trabalho. Um número “ideal” de trabalhadores nos sistemas deveria ser pensado, de acordo com as condições e características de cada órgão gestor.

#### **(5) - Gestão Solidária e Participativa**

*As decisões aplicadas aos SAA e SES devem ser tomadas de maneira participativa, havendo cooperação, divisão de trabalho e consenso entre os agentes da sociedade e o poder público.*

A participação popular nos processos decisórios é uma das premissas do conceito de sustentabilidade. Para isso, é necessário um amplo apoio do poder público para que a população sinta vontade de participar das soluções aplicadas aos sistemas urbanos de água e esgoto.

Quando há o comprometimento da população nos projetos, uma mudança de governo não implicaria em seu término, mas sim no empenho do poder público em promover um município de acordo com os anseios da população.

#### **(6) - Informação e Sensibilização**

*A sociedade deve ter pleno acesso à informação relativa aos SAA e SES, para que possa se sensibilizar aos problemas e participar das soluções.*

Para que a população possa entender a gestão dos sistemas urbanos de água e esgoto, é necessária a democratização da informação. Assim, a



população terá subsídio para decidir as melhores soluções e mudar sua conduta, através das preocupações que surgirem. Além disso, é uma forma de avaliar e melhorar a qualidade e eficiência dos sistemas através das sugestões que surgirem da população.

***(7) - Uso Responsável dos Recursos Naturais***

*A utilização dos recursos naturais pelos SAA e SES, tanto para fornecimento de matéria-prima quanto para o recebimento de resíduos, deve ocorrer de acordo com a sua capacidade regenerativa ou de estoque, avaliando-se os impactos e aplicando soluções que possam minimizar, prevenir e corrigir os mesmos.*

Devem ser evitadas, sempre que possível, as tecnologias que aumentem os riscos de impactos, procurando sempre soluções que diminuam o uso dos recursos naturais utilizados nos sistemas urbanos de água e esgoto.

Além disso, deve-se sempre avaliar os impactos que cada solução possa gerar à sociedade e ao ambiente, aplicando maneiras de correção e minimização dos mesmos, quando não for possível preveni-los com a utilização de tecnologias mais adequadas.

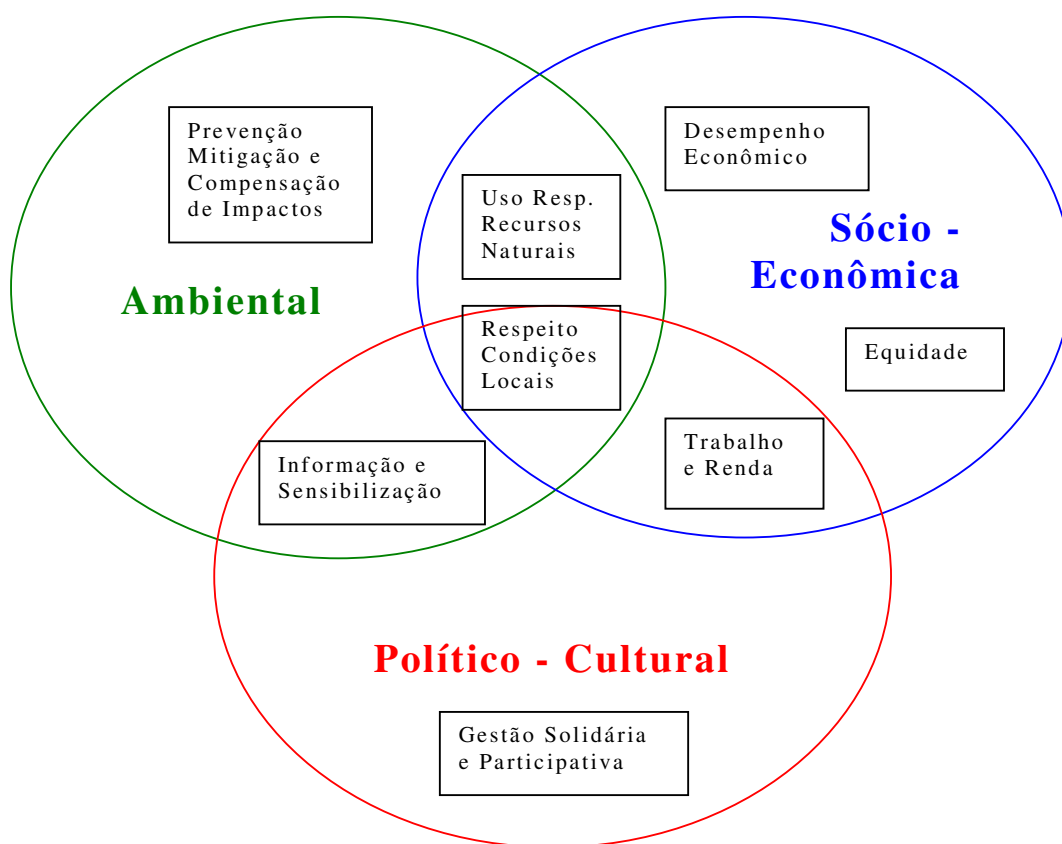
***(8) – Prevenção Mitigação e Compensação de Impactos***

*A prevenção de impactos, os custos de remediação e medidas compensatórias precisam ser devidamente considerados, sendo assumidos pelos seus causadores.*

A primeira medida a ser tomada pelos administradores dos sistemas é a prevenção dos impactos gerados pelos sistemas urbanos de água e esgoto, utilizando tecnologias e soluções apropriadas. Caso não possa ser previsto o impacto, os custos da remediação e as medidas compensatórias devem ser atribuídos aos seus causadores, incluindo o Poder Público e os usuários dos sistemas.

Após a explicitação dos princípios específicos para os sistemas urbanos de água e esgoto pode-se perceber a relação dos princípios com as dimensões de sustentabilidade.

Na presente pesquisa, quando foi feita a escolha restrita, os indicadores foram definidos, sempre que possível, a partir de cada um dos princípios específicos estabelecidos. Já na escolha ampliada, isto não ocorreu, e os indicadores escolhidos puderam ser associados apenas às dimensões de sustentabilidade, uma vez que os princípios específicos não haviam sido definidos previamente pelos participantes do grupo. Entretanto, pode-se estabelecer uma certa relação entre os princípios específicos e as dimensões de sustentabilidade, conforme proposto na Figura 4.1.



**Figura 4.1: Relação entre dimensões e princípios de sustentabilidade específicos para os SAA e SES.**

O Quadro 4.1 mostra como, a partir dos princípios genéricos, foram derivados os princípios específicos dos sistemas urbanos de água e esgoto, bem como sua relação com as dimensões de sustentabilidade.



**Quadro 4.1: Princípios Específicos de Sustentabilidade para Sistemas Urbanos de Água e Esgoto**

<b>Princípio Genérico</b>	<b>Dimensão de Sustentabilidade</b>	<b>Princípio Específico para os SAA e SES</b>	<b>Conceituação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equidade</li> </ul>	Social	Equidade – Universalização dos Serviços	<i>Todas as pessoas têm direito ao acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitários, podendo suprir suas necessidades de forma digna, garantindo a saúde pública e do ambiente.</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contextualização Local</li> <li>• Soberania nas Relações Internacionais</li> </ul>	Política Cultural Ambiental Social Econômica	Respeito às condições locais	<i>As soluções apresentadas para os SAA e SES devem considerar e adequar-se às condições locais (sociedade, economia, cultura, meio físico e biológico, estrutura política)</i>

**Quadro 4.1: Princípios Específicos de Sustentabilidade para Sistemas Urbanos de Água e Esgoto (cont.)**

<b>Princípio Genérico</b>	<b>Dimensão de Sustentabilidade</b>	<b>Princípio Específico para os SAA e SES</b>	<b>Conceituação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiência Econômica</li> </ul>	Econômica	Desempenho Econômico	<i>Todos os projetos e serviços dos SAA e SES devem ser elaborados e oferecidos com viabilidade econômica, considerando a melhor utilização dos recursos disponíveis, sem prejuízos a outros princípios.</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geração de Renda</li> </ul>	Social Econômica	Geração de Trabalho e Renda	<i>Num contexto geral de baixo nível de oferta de emprego, as alternativas aplicadas aos SAA e SES devem dar prioridade àquelas intensivas em mão-de-obra, proporcionando um ambiente seguro e salubre ao trabalhador.</i>

**Quadro 4.1: Princípios Específicos de Sustentabilidade para Sistemas Urbanos de Água e Esgoto (cont.)**

<b>Princípio Genérico</b>	<b>Dimensão de Sustentabilidade</b>	<b>Princípio Específico para os SAA e SES</b>	<b>Conceituação</b>
• Cooperação e Participação	Política	Gestão Solidária e Participativa	<i>As decisões aplicadas aos SAA e SES devem ser tomadas de maneira participativa, havendo cooperação, divisão de trabalho e consenso entre agentes da sociedade e os diferentes níveis do Poder Público.</i>
• Cooperação e Participação	Política Social	Informação e Sensibilização	<i>A sociedade deve ter pleno acesso à informação relativa aos SAA e SES, para que possa se sensibilizar quanto aos problemas e participar das soluções.</i>

**Quadro 4.1: Princípios Específicos de Sustentabilidade para Sistemas Urbanos de Água e Esgoto (cont.)**

<b>Princípio Genérico</b>	<b>Dimensão de Sustentabilidade</b>	<b>Princípio Específico para os SAA e SES</b>	<b>Conceituação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação de Impactos</li> <li>• Uso Responsável dos Recursos Naturais</li> <li>• Solidariedade Intergeracional</li> </ul>	Ambiental	Uso responsável dos recursos naturais	<i>A utilização dos recursos naturais pelos SAA e SES, tanto para fornecimento de matéria-prima como para recebimento de resíduos, deve ocorrer de acordo com sua capacidade regenerativa ou de estoque, avaliando-se os impactos e aplicando soluções que possam minimizar, prevenir e corrigir os mesmos.</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação de Impactos</li> <li>• Preventivo</li> <li>• Precautório</li> <li>• Poluidor Pagador</li> <li>• Compensatório</li> </ul>	Ambiental Econômica	Prevenção e Compensação de Impactos	<i>A prevenção de impactos, os custos de remediação e medidas compensatórias precisam ser devidamente considerados, sendo assumidos pelos seus causadores.</i>

## **4.2 Escolha Restrita dos Indicadores**

### **4.2.1 Organização de Indicadores a partir dos Princípios Específicos de Sustentabilidade para os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto**

Foram levantadas nesta pesquisa duas listas contendo indicadores para os sistemas urbanos de água e esgoto: uma com indicadores usualmente utilizados pelos órgãos gestores dos sistemas e outra baseada nas experiências que envolvem a sustentabilidade. A partir destas, houve um agrupamento dos indicadores, do qual foram retirados aqueles que possuíam duplicidade.

O número de indicadores levantados foi muito grande, considerando também a importância do levantamento dos dois sistemas: o de abastecimento de água e o de esgotamento sanitário, o que tornou a lista bastante onerosa.

Os indicadores, por sua vez, estavam distribuídos em classificações gerenciais, o que dificultaria a avaliação segundo os conceitos de sustentabilidade. Para esta metodologia, aplicou-se a divisão dos indicadores segundo os princípios específicos para os sistemas urbanos de água e esgoto, citados no item 4.2 deste trabalho.

Desta forma, todos os indicadores levantados foram distribuídos de acordo com suas características e agrupados conforme o princípio com o qual se identificam. Em alguns casos, o indicador pôde ser incluído em mais de um princípio, por possuir características equivalentes a cada um. Houve então a duplicidade de alguns indicadores, os quais serão listados a seguir, nos quadros.



**Quadro 4.2: Indicadores de SAA e SES segundo princípio da Equidade**

Duração das intermitências prolongadas	Quantidade de reparos em redes de água e esgoto
Duração das paralisações	Índice bruto de perdas
População atendida por abastecimento de água	Capacidade total de reservação
População atendida por esgotamento sanitário	Ampliação dos serviços de abastecimento de água
Existência de racionamento	Ampliação dos serviços de esgotamento sanitário
Consumo médio per capita de água	Índice de desempenho de consertos de vazamento
Notificações e óbitos com doenças de origem por veiculação hídrica	Número de consertos realizados até 12 horas do registro
Incidência de análises de cloro residual fora do padrão	Quantidade de reclamações sobre os SAA e SES
Incidência de análises de coliformes fecais fora do padrão	Percentual de água tratada que é fluoretada
Incidência de análises de turbidez fora do padrão	Índice bacteriológico
Quantidade de interrupções sistemáticas	Índice físico-químico
Quantidade de paralisações	Realização da vigilância da qualidade da água
Número de amostras coletadas com ausência de coliformes fecais	Coefficiente de incidência de cólera
IQA- Índice de Qualidade da Água	Proporção de prevalência de exames positivos de esquistossomose
IAP- Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público	Domicílios com instalações sanitárias
ISTO- Índice Substâncias Tóxicas e Organolépticas	Qtde de ligações de água
IGQA- Índice Geral de Qualidade da Água	Qtde de ligações de esgoto
Índice de micromedição	Qtde de economias ativas atingidas por paralisações
Tarifa média de água	Qtde de economias ativas atingidas por intermitências
Tarifa média de esgoto	Qtde de economias ativas (água + esgoto)
	Qtde de ligações ativas (água + esgoto)

**Quadro 4.3: Indicadores de SAA e SES segundo princípio de Respeito às Condições Locais**

Reserva de água doce superficial e subterrânea	Evaporação na bacia ou no principal manancial no ano
Vazão específica da bacia ou principal manancial (L/s/km <sup>2</sup> )	Precipitação na bacia ou no principal manancial no ano
Tarifa média de água	Tarifa média de esgoto

**Quadro 4.4: Indicadores de SAA e SES segundo princípio de Desempenho Econômico**

Despesa média anual por empregado	Despesa de exploração por economia
Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado	Despesa de exploração por m <sup>3</sup> faturado
Índice de perda de faturamento	Índice de produtividade operacional de empregados próprios
Eficiência da micromedição	Índice de macromedição
Índice de conserto de ramais	Índice de micromedição
Índice de reparo de juntas e arrebitamento	Arrecadação total
Índice de manutenção de hidrômetros	Dias de faturamento comprometidos com contas a receber
Índice de desempenho de consertos de vazamento	Índice de produtividade operacional total
Participação das despesas de produtos químicos nas despesas de exploração	Patrimônio líquido
Participação das despesas de energia elétrica nas despesas de exploração	Lucro líquido
Participação das despesas de pessoal próprio nas despesas de exploração	Consumo de água faturado por economia
Realização de programa de controle de perdas de água	Cobrança pelo serviço de abastecimento de água
	Cobrança do serviço de esgotamento sanitário

**Quadro 4.5: Indicadores de SAA e SES segundo princípio da Geração de Trabalho e Renda**

Incidência de pessoas e serviços de terceiros nas despesas totais com serviços	Participação das despesas de pessoal total nas despesas de exploração
Quantidade total de empregados próprios	Despesa média anual por empregado

**Quadro 4.6: Indicadores de SAA e SES segundo princípio da Gestão Solidária e Participativa**

Quantidade de reclamações sobre os SAA e SES	Existência de serviço de atendimento ao público
--	---

**Quadro 4.7: Indicadores de SAA e SES segundo princípio de Informação e Sensibilização**

Realização de programa de controle de perdas de água	Número de sites relacionado aos SAA e SES do local
Número de cursos e workshops sobre recursos naturais	Existência de serviço de atendimento ao público
Número de projetos implantados para sensibilização	Número de participantes em cursos e workshops realizados
Número de escolas que possuem educação ambiental	

**Quadro 4.8: Indicadores de SAA e SES segundo princípio de Uso****Responsável dos Recursos Naturais**

Percentual de água subterrânea extraída na total das reservas de águas avaliadas	Consumo médio per capita de água
Reserva de água doce superficial e subterrânea	Duração média dos reparos de extravasamentos
% de água coletada subterraneamente	Índice de rede pesquisada
% de água coletada superficialmente	Extração anual de água subterrânea e superficial na bacia ou no principal manancial
Índice de perdas físicas no tratamento	Vazão específica da bacia ou principal manancial (L/s/km <sup>2</sup> )
Índice de perdas físicas na produção	Vazão média de exploração
Índice de perdas físicas na adução	Retirada anual de água segundo seus diferentes usos
Índice de perdas físicas na distribuição	Quantidade de redes geofonadas
Índice bruto de perdas	Consumo micromedido por economia
Índice de perdas por vazamento	Precipitação na bacia ou no principal manancial no ano
Índice de vazamentos apontados	Evaporação na bacia ou no principal manancial no ano

**Quadro 4.9: Indicadores de SAA e SES segundo princípio de Prevenção e Compensação de Impactos**

% de esgoto tratado	Implementação de projetos ambientais em nível de bacia
Tarifa da poluição	Número de práticas de prevenção de poluição e desperdício implantadas
Quantidade de extravasamento de esgotos registrados	Existência de interceptores
Existência de poluição ou contaminação na captação	Volume de esgoto <i>in natura</i> lançado nos corpos hídricos
Existência e forma de proteção na captação	Destino do lodo gerado em ETA
Existência de tratamento do lodo de ETE	Duração dos extravasamentos registrados
Porcentagem dos corpos hídricos superficiais na bacia ou região com concentração de CF acima dos padrões	Ampliação dos serviços de tratamento de esgoto antes de ser lançado em corpos hídricos
Extravasamento de esgoto por extensão da rede	

#### 4.2.2 Matriz de Avaliação para os Indicadores

A partir da sistematização dos indicadores segundo os princípios específicos de sustentabilidade, será avaliado o indicador segundo os critérios de escolha apresentados anteriormente.

Para isso, os critérios passaram por uma adequação, sendo avaliada sua relevância para a escolha. A partir da sistematização proposta por MILANEZ (2002), o qual atribuiu uma relação de 14 critérios, foi verificada a consistência de cada um. Por ser uma lista muito extensa, foi verificada a possibilidade de sua redução, pelo agrupamento ou pela retirada de alguns critérios.

Assim, da lista de 14 critérios apresentada no item 3.3.4, três deles foram retirados. O primeiro foi o critério **Abrangência das Dimensões**, o qual previa que um bom indicador deveria abranger todas as dimensões de sustentabilidade, apresentando questões sociais, políticas, econômicas, ambientais e culturais ao mesmo tempo. Neste trabalho, no entanto, os indicadores de certa forma serão escolhidos segundo os princípios de sustentabilidade, os quais dividem indicadores para cada dimensão específica. Não foi preocupação, neste momento, a escolha de apenas um indicador que revelasse todos os acontecimentos segundo as diversas dimensões, e sim um indicador para cada aspecto abordado.

O segundo critério a ser excluído foi a **Coerência Local**. Foi observado que, na verdade, esta condição aparece ao se verificar outros critérios, os quais devem ser considerados sempre do ponto de vista local. Portanto, a aplicação deste critério seria redundante.

O terceiro critério seria a **Consistência Científica** que deveria se apresentar nos indicadores escolhidos. No entanto, no critério Padronização, este se mostra de certa forma também como consistência científica, já que os métodos de avaliação e de metodologia aplicada para a padronização deveriam estar de acordo com métodos científicos comprovados.

Após esta avaliação, obteve-se uma relação de 11 critérios listados a seguir:

- (1) – Acessibilidade dos Dados;
- (2) – Clareza na Comunicação;
- (3) – Relevância
- (4) – Amplitude Geográfica
- (5) – Padronização / Consistência Científica;
- (6) – Preditividade;
- (7) – Pró-Atividade;
- (8) – Sensibilidade Temporal;
- (9) – Definição de Metas;
- (10)– Confiabilidade da Fonte;
- (11) – Capacidade de Síntese.

Na etapa seguinte, procurou-se estabelecer uma matriz de avaliação, para cada princípio específico estabelecido, formada pelos indicadores já sistematizados e pelos critérios listados acima.

Como esta matriz seria uma atividade muito complexa por possuir um grande número de indicadores relacionados a cada princípio, realizou-se apenas uma avaliação interna. Esta análise foi realizada por três participantes, sendo eles: a autora do trabalho, o orientador do mesmo e um aluno de graduação. Através da matriz, os avaliadores estabeleceram através de um sistema binário, os indicadores que melhor representavam o princípio em questão. Este processo foi realizado para cada um dos princípios totalizado em oito matrizes.

No preenchimento da matriz, foram colocados os números (0) zero quando o indicador não atendia ao critério e o número (1) um quando atendia. Após esta etapa os indicadores foram totalizados, informando os que atendiam a mais critérios, sendo considerados os melhores pontuados.

Após esta análise, verificou-se que as planilhas preenchidas pelos participantes apresentavam semelhanças em sua pontuação, considerando, portanto, apenas estas três aplicações neste momento.

**Tabela 4.1: Exemplo de uma matriz preenchida**

Princípio do Uso Responsável do Recursos Naturais												
Indicadores	Critérios											
	Acessibilidade dos Dados	Clareza na Comunicação	Relevância	Amplitude Geográfica	Padronização	Preditividade	Pró-Atividade	Sensibilidade Temporal	Definição de Metas	Confiabilidade da Fonte	Capacidade de Síntese	Total
Percentual de água subterrânea extraída no total das reservas de águas avaliadas	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Reserva de água doce superficial e subterrânea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10
% de água coletada subterraneamente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
% de água coletada superficialmente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Índice de perdas físicas no tratamento	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Índice de perdas físicas na produção	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Índice de perdas físicas na adução	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Índice de perdas físicas na distribuição	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Índice bruto de perdas	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Índice de perdas por vazamento	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
Índice de vazamentos apontados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9
Consumo médio per capita de água	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Duração média dos reparos de extravasamentos	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9
Índice de rede pesquisada	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	6
Extração Anual de água subterrânea e superficial na bacia ou no principal manancial	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	9
Vazão específica da bacia ou principal manancial (L/s/km <sup>2</sup> )	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	8
Vazão média de exploração	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
Retirada anual de água segundo seus diferentes usos	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
Quantidade de redes geofonadas	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
Consumo micromedido por economia	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	6
Precipitação na bacia ou no principal manancial no ano	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
Evaporação na bacia ou no principal manancial no ano	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3



Após esta avaliação das diversas tabelas, realizada pelos participantes, foram sistematizados os indicadores que atenderam a mais critérios (portanto, os de maiores pontuações), sobrepondo as três análises, resultando nos seguintes indicadores mais bem pontuados:

**Quadro 4.10: Indicadores pré-selecionados na escolha restrita**

<b>Princípio</b>	<b>Indicadores Pré-Selecionados</b>
(1) Equidade	População Atendida por Abastecimento de Água
	População Atendida por Esgotamento Sanitário
	Quantidade de Paralisações
	Duração das Intermitências Prolongadas
	IGQA- Índice Geral de Qualidade de Água
(2) Respeito às Condições Locais	
(3) Eficiência Econômica	Despesa Média Anual por Empregado
	Despesa de Exploração por Metro Cúbico Faturado
(4) Geração de Trabalho e Renda	
(5) Gestão Solidária e Participativa	Quantidade de Reclamações sobre os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto
	Existência de Serviço de Atendimento ao Público
(6) Informação e Sensibilização	Número de Projetos Implantados para Sensibilização da População
	Número de Programas de Controle de Perdas de Água
	Número de Escolas que Possuem Educação Ambiental
(7) Uso Responsável dos Recursos Naturais	Retirada Anual de Água Segundo seus Diferentes Usos
	Reserva de Água Doce Superficial e Subterrânea
	Consumo Per Capita de Água
	Índice Bruto de Perdas no Sistema
(8) Prevenção e Compensação de Impactos	Volume de Esgoto <i>In Natura</i> Lançado nos Corpos Hídricos
	Percentual de Esgoto Tratado
	Existência de Poluição na Captação de Água



### 4.2.3 Ajuste e Proposição de Indicadores

A partir da lista de indicadores selecionados, foi feita uma análise mais detalhada de cada um deles, para uma melhor adequação aos princípios. Isto foi necessário pois, como os indicadores analisados não foram originalmente desenvolvidos tendo em vista a questão da sustentabilidade, o fato de atenderem aos critérios de um bom indicador nem sempre eram suficientes para representar o princípio a ser monitorado. Em alguns casos, inclusive, nenhum dos indicadores selecionados foi considerado adequado, sendo feita a proposição de novos. Em outros casos, ocorreu a junção ou a modificação de alguns deles.

Da mesma forma que MILANEZ (2002), optou-se por classificar os resultados medidos por meio dos indicadores em três categorias, que traduzem a tendência relativa à sustentabilidade: *muito desfavorável*, *desfavorável e favorável*. Esta é uma forma de tornar a informação gerada mais clara. Assim, para cada um dos princípios, foram propostos os indicadores apresentados a seguir. Juntamente com eles, é sugerida uma classificação de acordo com as tendências mencionadas.

#### (1) Equidade (Universalização dos Serviços)

Neste caso, dos cinco indicadores selecionados, resultaram apenas três após a fase de ajuste. Ficou claro que existem duas vertentes a serem abordadas neste tema, não só considerando o acesso ao serviço, mas também a qualidade com que ele é oferecido à população.

Primeiramente, o indicador de acesso ao serviço, que ainda deve ser aplicado no país, é a **População Atendida por Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. No Brasil, ainda são muito deficientes os sistemas urbanos de água e esgoto, que não possuem uma totalidade no atendimento da população, principalmente as mais carentes.

Para esta avaliação, procurou-se definir este número em percentual de pessoas atendidas pelos sistemas de água e esgoto conjuntamente, que é a forma mais básica de atendimento à população. Pode-se, eventualmente, não

ser atingido um atendimento de 100%, mas a condição ideal deve estar muito próxima deste valor. Assim, resultam as seguintes tendências:

- Tendência muito desfavorável: parte da população não é atendida por nenhum dos sistemas, ou o atendimento de um deles é muito baixo;
- Tendência desfavorável: parte da população não é atendida por um dos sistemas;
- Tendência favorável: 95% a 100% da população é atendida por abastecimento de água e esgotamento sanitário.

A partir do momento em que sua tendência for considerada favorável, fica estabelecido então, um segundo indicador complementar ao primeiro: **Número de Interrupções no Sistema**, que causaria a falta de água potável ou a coleta de esgoto temporariamente, promovendo transtornos à população. No entanto, não estão sendo consideradas interrupções de trabalho, ou seja, aquelas necessárias para o conserto de ramais, acidentes nas tubulações, etc. Para isso, foi proposta a seguinte avaliação:

- Tendência muito desfavorável: interrupções frequentes de abastecimento de água ou esgotamento sanitário;
- Tendência desfavorável: interrupções, ainda que em pequeno número nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- Tendência favorável: não existem interrupções nos sistemas de abastecimento de água ou esgotamento sanitário, a não ser as necessárias para o bom funcionamento dos sistemas.

Ainda neste princípio, deverá ser abordada uma segunda vertente que será a qualidade da água fornecida à população. Como esta qualidade é determinada por diversos parâmetros associados à potabilidade da água, optou-se por adotar um índice que agrupe tais parâmetros. Um deles é o **Índice Geral de Qualidade de Água (IGQA)** (TEIXEIRA et alii, 1998), que classifica a água distribuída pelo SAA em cinco categorias, a partir de alguns parâmetros considerados mais relevantes. Assim, pode-se ter a seguinte avaliação:

- Tendência muito desfavorável: qualidade imprópria ou insatisfatória (IGQA < 70);
- Tendência desfavorável: qualidade aceitável ou boa (IGQA entre 70 e 95);
- Tendência favorável: qualidade ótima ou excelente (IGQA > 95).

## **(2) Respeito às Condições Locais**

Este princípio possui diversas formas de ser analisado, considerando suas variáveis ambiental, social, política, econômica e cultural. Por esse motivo é difícil elencar um indicador que consiga abordar as diferentes variáveis ao mesmo tempo.

No entanto, o respeito às condições locais é essencial para que o indicador possa ser incorporado pela população. Cada comunidade deve se identificar com os indicadores, tendo mudanças favoráveis de conduta e respeitando os preceitos que abrangem aquele município.

Fica definido, portanto, que a utilização de um indicador seria imprecisa e insuficiente para abordar este princípio. Para isso, fica estabelecido que o respeito às condições locais deve ser um princípio global, sendo abordado em todos os indicadores propostos nos diferentes princípios específicos deste tema.

## **(3) Desempenho Econômico**

Os indicadores para este princípio fazem referência ao custo financeiro da gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, alguns como custo global e outros de etapas isoladas do sistema.

No entanto, os indicadores selecionados fazem referência a custos por empregado e por metro cúbico faturado. O custo por empregado pode mascarar uma situação, dependendo do número de funcionários que trabalham no sistema.

Outra alternativa é adequar este indicador para o número de habitantes. Porém, este também se mostrou pouco eficiente, já que os dados de população

são atualizados de dez em dez anos pelo IBGE. Além disso, cidades turísticas que possuem um grande número de população flutuante, não estariam mostrando a real situação do sistema, o que tornaria inviável a correlação.

Outros fatores relevantes para esta análise são as características do município para a realização dos serviços. Cidades de mesmo porte, mesmo utilizando as técnicas mais apropriadas, podem ter dificuldades em captar água, distribuí-la, ou lançar seu esgoto. Aspectos ambientais, topográficos, climáticos, etc, podem influenciar, fazendo com que cidades de mesmo porte apresentem custos bem diferentes. Além disto, cidades parecidas podem ter sistemas diferentes, alguns com mais componentes que outros (por exemplo, uma cidade que tenha tratamento de esgoto poderá ter custos maiores do que outra sem o referido tratamento).

Assim, propõe-se um indicador modificado em relação a um dos que haviam sido selecionados: **volume de água produzida por unidade monetária**, medido, por exemplo, em  $m^3/R\$$  ou  $m^3/\text{salários mínimos}$ .

Os valores de referência seriam estabelecidos para cada local, levando em consideração todos os fatores de influência (ambientais, topográficos, culturais, etc). Além disso, estes valores devem ser indexados de acordo com a inflação, ou ainda serem valores reajustáveis, como, por exemplo, o salário mínimo. Assim, cada administração e cada comunidade poderão estabelecer metas de diminuição de gastos de acordo com suas características, estabelecendo sua própria avaliação. Observa-se que este indicador não permite uma comparação direta entre diferentes sistemas, embora se possa trabalhar com faixas de valores médios. Os resultados podem ser expressos como:

- Tendência muito desfavorável: custos não identificados ou produção abaixo de  $XXm^3/R\$ 1.000$ ;
- Tendência desfavorável: produção entre  $XXm^3/R\$1.000$  e  $YYm^3/R\$1.000$ ;
- Tendência favorável: produção acima de  $YYm^3/R\$1.000$ .

#### **(4) Geração de Trabalho e Renda**

No caso de sistemas urbanos de água e esgoto esta questão é de difícil adequação. O sistema gera postos de trabalho de acordo com sua necessidade. Porém, o crescente desemprego apresentado no país requer que novos postos sejam criados.

Nesses sistemas, os empregos criados são de maneira formal, o que não permite trabalhadores autônomos que possam gerar sua própria renda. Além disso, os sistemas possuem um limite de mão-de-obra a ser empregada, sem causar ociosidade de trabalhadores e em conseqüência o desconforto e a desmotivação dos mesmos. Isso ainda pode causar a ineficiência econômica do sistema, prejudicando o serviço oferecido à população.

A partir dessa análise, procurou-se definir um indicador que pudesse convergir a geração de trabalho e renda com a eficiência econômica do sistema. Para isso, será apresentado um indicador válido principalmente para sistemas incompletos, que necessitem ser ampliados, podendo, desta forma, gerar mais empregos. Ou seja, o que se pretende avaliar é se os investimentos necessários aos sistemas priorizam atividades geradoras de trabalho e renda. O indicador proposto é qualitativo: **prioridade de investimentos em atividades de melhoria, gerando postos de trabalho.**

- Tendência muito desfavorável: inexistência de investimentos e redução de postos de trabalho;
- Tendência desfavorável: existência de investimentos mantendo o número de trabalhadores, sem criar novos postos de trabalho;
- Tendência favorável: existência de investimentos com prioridade na geração de novos postos de trabalho.

#### **(5) Gestão Solidária e Participativa**

Para este princípio foram identificados indicadores de reclamação ou de existência de serviço de atendimento, o que é considerado a forma mais básica de participação. Além disso, estes indicadores medem a participação das pessoas de forma reativa, reclamando de problemas e serviços, o que não tornaria um indicador pró-ativo, capaz de saber opiniões e sugestões.

No entanto, as formas de participação por parte da população poderiam ser feitas de várias maneiras, através de conselhos municipais, reuniões de associação de moradores ou orçamento participativo, serviços de ouvidoria, etc. Assim, o indicador escolhido se restringiu em saber a **Existência de canais de participação**, não estabelecendo apenas uma forma de participação, mas sim as diversas formas que poderão ser implantadas de acordo com as características de cada município e sua comunidade. Sua avaliação será:

- Tendência muito desfavorável: inexistência de canais de participação relativos aos sistemas urbanos de água e esgoto;
- Tendência desfavorável: existência de canais de participação, mas a população não utiliza ou não sabe da existência;
- Tendência favorável: existência de canais de participação com a utilização ativa por parte da população.

#### **(6) Informação e Sensibilização**

Apesar de projetos e programas educacionais serem bastante relevantes para a análise do grau de informação e sensibilização da população, a simples existência ou o número deles não seria suficientes para avaliar este princípio. Estes indicadores não revelam, por exemplo, se a informação apresentada atinge toda a população, de uma forma clara e eficaz.

Para que a população se sensibilize dos problemas de seu município é necessário que as informações sejam democratizadas e de fácil acesso a todos os habitantes. Ao mesmo tempo, a avaliação dos sistemas urbanos de água e esgoto e de seus problemas seria um bom indicador para a administração tomar como conhecimento, procurando soluções através da sensibilidade da comunidade.

Para isso, foram propostos dois indicadores. O primeiro (**existência de informações sistematizadas e disponibilizadas à população**), onde estariam as reais informações sobre a gestão dos sistemas, seria avaliado da seguinte forma:

- Tendência muito desfavorável: inexistência de informações sistematizadas;

- Tendência desfavorável: informações sistematizadas, mas não disponibilizadas à população;
- Tendência favorável: informações sistematizadas e divulgadas para a população.

O segundo indicador seria a **existência de formas de avaliação dos sistemas urbanos de água e esgoto pela população**, constituindo instrumentos através dos quais a população possa opinar e avaliar os sistemas. O resultado seria:

- Tendência muito desfavorável: o sistema não possui nenhuma forma de ser avaliado pela população;
- Tendência desfavorável: o sistema possui formas de avaliação dos serviços, mas não há um retorno satisfatório por parte da população;
- Tendência favorável: o sistema possui formas de avaliação dos serviços pela população e há uma participação significativa da comunidade.

#### **(7) Uso Responsável dos Recursos Naturais**

Para este princípio foram selecionados alguns indicadores pontuais, que avaliariam as causas dos problemas resultantes do uso dos recursos naturais indevidamente. No entanto, foi proposto um indicador que se relaciona ao problema de consumo e disponibilidade dos recursos: **o consumo de água per capita**. Este indicador poderá avaliar o consumo da população em relação a uma média estabelecida, respeitando as condições locais de utilização e de disponibilidade dos mananciais, podendo ser estabelecidas metas de redução de consumo. Sua avaliação seria:

- Tendência muito desfavorável: o consumo per capita é maior que a média  $X \text{ m}^3/\text{hab.dia}$ , estabelecida para este município;
- Tendência desfavorável: o consumo per capita é praticamente igualado à média  $X \text{ m}^3/\text{hab.dia}$ , estabelecida para este município;
- Tendência favorável: o consumo per capita está abaixo da média  $X \text{ m}^3/\text{hab.dia}$ , e acima do mínimo  $Y \text{ m}^3/\text{hab.dia}$ , estabelecida para este município.

Mas, para a análise dos problemas e definição de metas pelos sistemas urbanos de água e esgoto, foram ainda propostos alguns **indicadores auxiliares**, para acompanhar o uso responsável dos recursos naturais empregados.

O primeiro indicador que pode auxiliar na resolução de problemas ligados ao uso responsável de recursos é o **índice de perdas no sistema**, ou seja, uma medida da água que é retirada do ambiente e não chega a ser utilizada, por falhas na eficiência do sistema. Para isso, propôs-se a seguinte avaliação:

- Tendência muito desfavorável: o índice de perdas pelo sistema é superior a 30%;
- Tendência desfavorável: o índice de perdas pelo sistema se encontra entre 15% e 30%;
- Tendência favorável: o índice de perdas pelo sistema é menor que 15%.

Outro indicador relacionado com o uso de recurso natural é a **existência de reuso e reaproveitamento de água pelos usuários**, podendo-se avaliar se a população tem a preocupação e sensibilização com a questão da escassez desse recurso. Embora o consumo per capita possa refletir esta situação, o presente indicador possui uma característica mais pró-ativa. Sua avaliação seria:

- Tendência muito desfavorável: não existe qualquer forma de incentivo ao reuso ou reaproveitamento de água pelos usuários;
- Tendência desfavorável: existe alguma forma de incentivo ao reuso ou reaproveitamento de água pelos usuários, mas com resultados pouco significativos;
- Tendência favorável: o reuso ou o reaproveitamento de água pelos usuários são incentivados e ocorrem de forma significativa.

Ainda como parte de indicadores auxiliares, não se pode descartar o uso de outros recursos naturais, como energia elétrica e outros insumos, na gestão dos sistemas urbanos de água e esgoto. Como a variedade de insumos é muito grande, optou-se por elaborar um indicador apenas para o consumo de energia elétrica, que é de valor financeiro mais significativo para a administração dos



sistemas, e que também abrange a escassez do recurso que o país enfrenta nos últimos anos. O indicador será: **consumo de energia elétrica pelo sistema, por m<sup>3</sup> de água produzida**, sendo avaliado da seguinte maneira:

- Tendência muito desfavorável: o consumo de energia elétrica pelo sistema é superior a X Kwh/m<sup>3</sup> água produzida;
- Tendência desfavorável: o consumo de energia elétrica pelo sistema fica entre X Kwh/m<sup>3</sup> água produzida e Y Kwh/ m<sup>3</sup> água produzida;
- Tendência favorável: o consumo de energia elétrica pelo sistema é inferior a Y Kwh/ m<sup>3</sup> água produzida.

### **(8) Prevenção, Mitigação e Compensação de Impactos**

Como forma de prevenção e compensação de impactos, procurou-se indicadores que demonstrassem formas de prevenção, com o intuito de avaliar os impactos antecipadamente, evitando compensar danos causados. Para isso, o indicador **IQA – Índice de Qualidade da Água** (CETESB, 1997) pode ser uma forma de avaliar e detectar problemas de impactos tanto na captação de água como no lançamento de esgotos.

Na captação de água superficial, a análise deste índice será feita a montante, identificando a qualidade da água que chega na captação. No lançamento de esgoto, sua análise será a jusante dos lançamentos da cidade, analisando a capacidade de absorção da carga poluidora pelos corpos receptores, avaliando o impacto causado ao ambiente e a outros usuários das águas. Assim, considerando tanto a situação de montante da captação, quanto a de jusante dos lançamentos, a avaliação seria:

- Tendência muito desfavorável: qualidade da água ruim ou péssima (IQA < 36);
- Tendência desfavorável: qualidade aceitável ou boa (IQA entre 37 e 79);
- Tendência favorável: qualidade ótima (IQA > 80).

O Quadro 4.11 apresenta um resumo dos indicadores obtidos e das sugestões das tendências de sustentabilidade, agrupados por princípio específico.

**Quadro 4.11: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo os Princípios Específicos**

<b>Princípio Específico</b>	<b>Caracterização</b>	<b>Indicador Técnico</b>	<b>Avaliação da Tendência</b>
<p>(1)- Equidade:</p> <p><i>Todas as pessoas têm direito ao acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, podendo suprir suas necessidades de forma digna, garantindo a saúde pública</i></p>	<p><b>Atendimento à População por Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</b></p>	<p>Percentual da população atendida por serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: parte da população não é atendida por nenhum dos sistemas, ou o atendimento de um deles é muito baixo;</li> <li>• desfavorável: parte da população não é atendida por um dos sistemas;</li> <li>• favorável: toda a população é atendida por abastecimento de água e esgotamento sanitário.</li> </ul>
	<p><b>Interrupções no Sistema</b></p>	<p>Número de interrupções no sistema urbano de água e esgoto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: interrupções frequentes de abastecimento de água ou esgotamento sanitário;</li> <li>• desfavorável: interrupções, ainda que em pequeno número nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário;</li> <li>• favorável: não existem interrupções nos sistemas de abastecimento de água ou esgotamento sanitário, a não ser as necessárias para o bom funcionamento dos sistemas.</li> </ul>
	<p><b>Qualidade de Água</b></p>	<p>Índice Geral de Qualidade de Água</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: qualidade imprópria ou insatisfatória (IGQA &lt; 70);</li> <li>• desfavorável: qualidade aceitável ou boa (IGQA entre 70 e 95);</li> <li>• favorável: qualidade ótima ou excelente (IGQA &gt; 95).</li> </ul>

**Quadro 4.11: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo os Princípios Específicos (cont.)**

Princípio Específico	Princípio Específico	Princípio Específico	Princípio Específico
<p>(2)- Respeito às Condições Locais</p> <p><i>As soluções apresentadas para os SAA e SES devem considerar e adequar-se às condições locais (sociedade, economia, cultura, meio físico e biológico), sem causar prejuízos à sua comunidade ou às comunidades vizinhas.</i></p>	<p>Não foi encontrado nenhum indicador, ficando definido que todos os indicadores propostos em outros princípios devem respeitar as condições locais</p>		
<p>(3)- Desempenho Econômico</p> <p><i>Todos os projetos e serviços dos SAA e SES devem ser elaborados e oferecidos com viabilidade econômica, considerando a melhor utilização dos recursos disponíveis, sem prejuízo dos outros princípios.</i></p>	<p><b>Desempenho econômico dos serviços dos sistemas urbanos de água e esgoto</b></p>	<p>Volume de água produzida por unidade monetária</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: custos não identificados ou produção abaixo de XXm<sup>3</sup>/R\$ 1.000;</li> <li>• desfavorável: produção entre XXm<sup>3</sup>/R\$1.000 e YYm<sup>3</sup>/R\$1.000;</li> <li>• favorável: produção acima de YYm<sup>3</sup>/R\$1.000.</li> </ul>

**Quadro 4.11: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo os Princípios Específicos (cont.)**

Princípio Específico	Caracterização	Indicador Técnico	Avaliação da Tendência
<p>(4) - Geração de Trabalho e Renda</p> <p><i>Entre as alternativas para soluções dos SAA e SES, deve-se dar prioridade àquelas intensivas em mão-de-obra, proporcionando um ambiente seguro e salubre ao trabalhador.</i></p>	<p><b>Investimentos em atividades de melhoria, gerando postos de trabalho</b></p>	<p>Prioridade de investimentos em atividades de melhoria, gerando postos de trabalho</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: inexistência de investimentos e redução de postos de trabalho;</li> <li>• desfavorável: existência de investimentos mantendo o número de trabalhadores, sem criar novos postos de trabalho;</li> <li>• favorável: existência de investimentos com prioridade na geração de novos postos de trabalho.</li> </ul>
<p>(5) - Gestão Solidária e Participativa</p> <p><i>As decisões aplicadas aos SAA e SES devem ser tomadas de maneira participativa, havendo cooperação, divisão de trabalho e consenso entre os agentes da sociedade e o poder público.</i></p>	<p><b>Canais de participação</b></p>	<p>Existência de canais de participação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: inexistência de canais de participação relativos aos sistemas urbanos de água e esgoto;</li> <li>• desfavorável: existência de canais de participação, mas a população não utiliza ou não sabe da existência;</li> <li>• favorável: existência de canais de participação com a utilização ativa por parte da população.</li> </ul>

**Quadro 4.11: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo os Princípios Específicos (cont.)**

Princípio Específico	Caracterização	Indicador Técnico	Avaliação da Tendência
<p>(6) - Informação e Sensibilização</p> <p><i>A sociedade deve ter pleno acesso à informação relativa aos SAA e SES, para que possa se sensibilizar aos problemas e participar das soluções.</i></p>	<p><b>Informações sistematizadas e disponibilizadas à população</b></p>	<p>Existência de informações sistematizadas e disponibilizadas à população</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: inexistência de informações sistematizadas;</li> <li>• desfavorável: informações sistematizadas, mas não são disponibilizadas à população;</li> <li>• favorável: as informações são sistematizadas e divulgadas para a população.</li> </ul>
	<p><b>Avaliação dos sistemas urbanos de água e esgoto pela população</b></p>	<p>Existência de formas de avaliação dos sistemas urbanos de água e esgoto pela população</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: o sistema não possui nenhuma forma de ser avaliado pela população;</li> <li>• desfavorável: o sistema possui formas de avaliação dos serviços, mas não há um retorno satisfatório por parte da população;</li> <li>• favorável: o sistema possui formas de avaliação dos serviços pela população e há uma participação significativa da comunidade.</li> </ul>

**Quadro 4.11: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo os Princípios Específicos (cont.)**

<b>Princípio Específico</b>	<b>Caracterização</b>	<b>Indicador Técnico</b>	<b>Avaliação da Tendência</b>
<p>(7) - Uso Responsável dos Recursos Naturais</p> <p><i>A utilização dos recursos naturais pelos SAA e SES, tanto para fornecimento de matéria-prima quanto para o recebimento de resíduos, deve ocorrer de acordo com a sua capacidade regenerativa ou de estoque, avaliando-se os impactos e aplicando soluções que possam minimizar, prevenir e corrigir os mesmos.</i></p>	<b>Consumo de água</b>	Consumo de água per capita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: o consumo per capita é maior que a média X m<sup>3</sup>/hab.dia, estabelecida para este município;</li> <li>• desfavorável: o consumo per capita é praticamente igualado à média X m<sup>3</sup>/hab.dia, estabelecida para este município;</li> <li>• favorável: o consumo per capita está abaixo da média X m<sup>3</sup>/hab.dia, e acima do mínimo Ym<sup>3</sup>/hab.dia, estabelecida para este município.</li> </ul>
	<b>Perdas no sistema</b>	Índice de perdas no sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: o índice de perdas pelo sistema é superior a 30%;</li> <li>• desfavorável: o índice de perdas pelo sistema se encontra entre 15% a 30%;</li> <li>• favorável: o índice de perdas menor que 15%.</li> </ul>
	<b>Reuso e reaproveitamento de água pelos usuários</b>	Existência de reuso e reaproveitamento de água pelos usuários	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: não existe qualquer forma de incentivo ao reuso ou reaproveitamento de água pelos usuários;</li> <li>• desfavorável: existe alguma forma de incentivo ao reuso ou reaproveitamento de água pelos usuários, mas com resultados pouco significativos;</li> <li>• favorável: o reuso ou o reaproveitamento de água pelos usuários são incentivados e ocorrem de forma significativa.</li> </ul>

**Quadro 4.11: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo os Princípios Específicos (cont.)**

Princípio Específico	Caracterização	Indicador Técnico	Avaliação da Tendência
	<b>Consumo de energia elétrica pelo sistema</b>	Consumo de energia elétrica pelo sistema, por m <sup>3</sup> de água produzida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: o consumo de energia elétrica pelo sistema é superior a X Kwh/m<sup>3</sup> água produzida;</li> <li>• desfavorável: o consumo de energia elétrica pelo sistema fica entre X Kwh/m<sup>3</sup> água produzida e Y Kwh/ m<sup>3</sup> água produzida;</li> <li>• favorável: o consumo de energia elétrica pelo sistema é inferior a Y Kwh/ m<sup>3</sup> água produzida.</li> </ul>
<p>(8) - <i>Prevenção e Compensação de Impactos</i>  <i>A prevenção de impactos, os custos de remediação e medidas compensatórias precisam ser devidamente considerados, sendo assumidos pelos seus causadores.</i></p>	<b>IQA – Índice de Qualidade da Água</b>	IQA – Índice de Qualidade da Água, medido a montante e a jusante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: qualidade da água ruim ou péssima (IQA &lt; 36);</li> <li>• desfavorável: qualidade aceitável ou boa (IQA entre 37 e 79);</li> <li>• favorável: qualidade ótima (IQA &gt; 80).</li> </ul>

## **4.3 Escolha Ampliada de Indicadores**

### **4.3.1 Relato da experiência realizada em Jaboticabal**

Através do projeto implantado em Jaboticabal, realizado pela Universidade Federal de São Carlos em parceria com a Prefeitura Municipal de Jaboticabal denominado “Incorporação de Princípios e Indicadores de Sustentabilidade na Formulação de Políticas Urbanas em Pequenos e Médios Municípios”, foi formado um grupo chamado Grupo de Ação Jaboticabal Sustentável.

Neste grupo, que envolve pessoas de vários ramos de atividade, foram discutidos os conceitos e dimensões de sustentabilidade, o que resultou em um caderno distribuído à população local (Anexo 01).

Como este grupo já possuía a conceituação de sustentabilidade e suas dimensões, e de indicadores, estabelecidos através de discussões internas, ficou definido que a participação coletiva seria realizada nesta comunidade.

O processo coletivo de escolha de indicadores se deu num evento denominado “3º Seminário Jaboticabal Sustentável: Indicadores de Água” (dois seminários anteriores referiam-se a outros temas). Este evento acabou se desdobrando em cinco encontros, num período de aproximadamente dois meses. A participação nestes encontros variou entre 15 e 25 pessoas, a maioria delas participando em pelo menos quatro momentos.

Assim, a escolha coletiva ocorreu em cinco etapas de trabalho, descritas a seguir:

- Primeira Etapa: proposição de indicadores segundo quatro diferentes aspectos relacionados com a água (uso urbano, uso rural, águas pluviais e função ecológica), considerando os que pudessem representar problemas à comunidade e ao ambiente;
- Segunda Etapa: definição dos critérios de escolha de indicadores e sua forma de avaliação;
- Terceira Etapa: escolha dos indicadores propostos na primeira etapa segundo os critérios estabelecidos;



- Quarta Etapa: adequação dos indicadores segundo as dimensões de sustentabilidade – ambiental, social, econômica, política e cultural;
- Quinta Etapa: coleta de dados para mensuração dos indicadores escolhidos.

No caso do presente trabalho, será sistematizado apenas um dos aspectos mencionados: os sistemas urbanos de água e esgoto, caracterizado como “uso urbano” pelo Grupo de Ação Jaboticabal Sustentável. Portanto, não serão abordados os outros aspectos analisados pelo grupo no referido Seminário.

#### 4.3.2 Sistematização de indicadores propostos coletivamente

Como foi descrita, a primeira etapa do processo seria o levantamento de indicadores relacionados ao município que pudessem descrever problemas enfrentados pela população local, de acordo com os diversos usos da água.

O Grupo de Ação dividiu-se em três pequenos sub-grupos para a discussão de indicadores relacionados a cada uso, sistematizando os mesmos em cartelas. Após esta etapa, cada sub-grupo pode explicar os indicadores escolhidos e relacioná-los aos problemas do município para todo o Grupo de Ação.

No caso do Uso Urbano, que abrange os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário foram levantados quatorze indicadores apresentados no quadro a seguir:

#### Quadro 4.12: Indicadores Propostos Coletivamente

Número de campanhas educacionais ligadas à água
Consumo de água por habitante
Perdas de água no sistema de água
Número de pontos de lançamento de esgoto não tratado em corpo d'água
Número de ligações clandestinas de água pluvial em rede de esgoto, causando retorno
Presença de caixa de retenção de gordura nas residências
Percentual de reutilização de água residuária em residências
Percentual de residências com falta de água
Número de casos de doenças por veiculação hídrica
Número de vazamentos de esgoto na rede coletora
Número de poços artesianos

Vazão dos rios para a captação
Frequência de limpeza da caixa d'água residencial
Número de trabalhadores que limpam caixas d'água

#### **4.3.3 Matriz de avaliação de indicadores utilizada na escolha coletiva**

Para a avaliação dos indicadores propostos, os critérios passaram por uma adequação, considerando-se sua relevância para a escolha. Da mesma forma que a escolha restrita, foi proposta a sistematização de MILANEZ (2002), que previa a análise por quatorze critérios.

A segunda etapa deste processo consiste portanto, em definir os critérios de escolha de indicadores através da análise de relevância de cada um. Através disso, foram propostos apenas cinco critérios, com diferentes pesos e formas de utilização.

Primeiramente, houve o agrupamento de critérios, tornando a matriz de avaliação mais simplificada para a avaliação dos indicadores. A seguir serão listados os critérios estabelecidos:

- (1)– Representatividade: foi estabelecido através do critério de relevância do dado, que foi adequado para que se tornasse representativo para os usuários. Neste caso, este critério seria de exclusão, ou seja, se o indicador não for representativo a seus usuários, ele não será analisado por nenhum outro critério, ficando temporariamente excluído da lista de monitoramento;
- (2) - Comparabilidade: foi estabelecido a partir dos critérios “Amplitude Geográfica” e “Sensibilidade Temporal”. Neste critério fica estabelecido que o indicador deve ser comparável tanto no espaço (diferentes locais: cidades, bairros, países, etc) como no tempo (durante um certo período: anos, meses, etc);
- (3) - Coleta de Dados: surge a partir dos critérios “Acessibilidade dos Dados”, “Padronização”, “Confiabilidade da Fonte” e “Custo da Coleta”. Neste caso, a coleta de dados deve ser de fácil acesso, sem custos excessivos, mas prevendo que a fonte dos dados seja confiável.

Para isso, quanto mais padronizado for o indicador, mais fácil para encontrar seus dados e assim também, a facilidade na comparação dos mesmos;

- (4) - Clareza e Síntese: envolve os seguintes critérios “Clareza na Comunicação” e “Capacidade de Síntese”. Neste caso, o indicador deve ser claro para os seus usuários, transmitindo a informação de maneira simples e compreensível, e ter a capacidade de sintetizar informações em um único indicador;
- (5) - Previsão e Metas: estabelecido a partir de “Preditividade”, “Pró-Atividade” e “Definição de Metas”. Assim, o indicador deve fornecer previsões dos problemas que possam acontecer, mostrar as evoluções motivando a população e definir metas de melhoria.

Para o preenchimento da planilha de avaliação foram propostas duas formas de eliminação de indicadores. A primeira envolve o critério de representatividade, adotado como critério de exclusão pelo coletivo. Assim, se o indicador não for representativo para seus analisadores ele é excluído temporariamente da avaliação, sem a necessidade de ser analisado pelos critérios seguintes neste momento.

Outra forma de análise que facilitou a diferença de pontuação dos indicadores foi a atribuição de “pesos”, da seguinte forma: (0) o indicador não atende ao critério; (1) o indicador atende parcialmente ao critério; (2) o indicador atende totalmente ao critério. Adotou-se também, no caso de impasse no consenso dos participantes, o valor (1): atende parcialmente ao critério.

Desta maneira, após a aplicação do critério de representatividade (que levava à exclusão dos indicadores considerados não representativos), a etapa seguinte foi a análise dos outros critérios, que, ao terem atribuídos seus valores (“notas”), puderam ser comparados entre si.

Este processo foi realizado de forma participativa, sendo estabelecidas notas para cada indicador, com a participação de todos. Neste caso, cada

indicador era discutido coletivamente, abordando as mais diversas visões, tornando-o de interesse de todos os participantes.

A Tabela 4.2 mostra a matriz com o resultado da aplicação deste método na escolha dos indicadores para o uso urbano da água.

**Tabela 4.2: Matriz para escolha ampliada de indicadores de sustentabilidade para o uso urbano da água**

Indicadores	Critérios					Total
	Representatividade	Comparabilidade	Coleta de Dados	Clareza e Síntese	Previsão e Metas	
Número de campanhas educacionais ligadas à água	0					0
Consumo de água por habitante	2	2	2	2	2	10
Perdas de água no sistema de água	2	2	1	1	2	8
Número de pontos de lançamento de esgotos não tratado em corpos d'água	2	2	1	2	2	9
Número de ligações de água pluvial em rede de esgoto, causando retorno	0					0
Presença de caixa de retenção de gordura nas residências	0					0
Percentual de reutilização de água residuária em residências	0					0
Percentual de residências com falta de água	2	2	2	2	2	10
Número de casos de doenças por veiculação hídrica	1	1	1	1	2	6
Número de vazamentos de esgoto na rede coletora	2	0	0	1	1	4
Número de poços artesianos	0					0
Vazão dos rios para a captação	2	2	2	2	2	10
Frequência de limpeza de caixa d'água	2	2	0	2	1	7
Número de trabalhadores que limpam caixas d'água	0					0

#### 4.3.4 Ajuste e proposição de indicadores propostos pelo Grupo de Ação

O ajuste e proposição desses indicadores foram realizados pelo grupo, adequando-os às dimensões da sustentabilidade. Porém, a análise por tendência *favorável, desfavorável e muito desfavorável*, não chegou a ser discutida ainda de forma participativa.

Portanto, a seguir será exposto cada um dos indicadores escolhidos e ajustados pelo grupo, bem como apresentadas sugestões de avaliação de acordo com as tendências citadas.

##### (1) Consumo de Água

O indicador consumo de água foi escolhido pela comunidade de Jaboticabal por apresentar à população o problema do desperdício, o uso irresponsável dos recursos, tarifa, entre outros fatores, sendo um indicador de grande representatividade.

No entanto, o consumo de água deve ser medido de acordo com a população. Neste caso, optou-se por utilizar o **consumo de água per capita**, o que pode mostrar as questões ambientais, econômicas, sociais e culturais.

Com isso, a comunidade pode monitorar seu consumo de acordo com um número médio de consumo, respeitando as condições locais, podendo prever metas de diminuição. A avaliação deste indicador é:

- Tendência muito desfavorável: o consumo per capita é maior que a média  $X \text{ m}^3/\text{hab.dia}$ , estabelecida para este município;
- Tendência desfavorável: o consumo per capita é praticamente igualado à média  $X \text{ m}^3/\text{hab.dia}$ , estabelecida para este município;
- Tendência favorável: o consumo per capita está abaixo da média  $X \text{ m}^3/\text{hab.dia}$ , e acima do mínimo  $Y \text{ m}^3/\text{hab.dia}$ , estabelecida para este município.

## **(2) Residências com Falta de Água**

A falta de água nas residências que são abastecidas pelos sistemas urbanos de água e esgoto é um problema que pode ser explicado por duas vertentes. Um deles é a ineficiência do sistema de abastecimento de água, que tem problemas de bombeamento, redes mal conservadas, entre outros. Outro é a capacidade de vazão dos rios para o abastecimento da população local.

Com isso, a falta de água pode causar problemas sociais, não respeitando o acesso das pessoas aos serviços que deveriam garantir saúde pública e serviço eficiente à população, e problemas econômicos, podendo prejudicar a população que utiliza a água como algum instrumento de renda.

Deve ser salientado que a falta de água não envolve as paralisações feitas para conserto de rede ou outros serviços que possam ser realizados, mas sim, demonstra a ineficiência do sistema em não garantir o recurso a todo momento para a população.

O indicador ficaria adequado para a coleta de dados se utilizado como **Número de reclamações de falta de água nas residências**, sendo avaliado:

- Tendência muito desfavorável: existe um número significativo de reclamações de falta de água nas residências;
- Tendência desfavorável: existem, ainda que em pequeno número, reclamações de falta de água nas residências;
- Tendência favorável: não existem reclamações de falta de água nas residências.

## **(3) Vazão dos Rios para a Captação**

A vazão dos rios para a captação foi escolhida pela comunidade pelo fato de 70% da captação ser realizada por mananciais superficiais. Para um bom uso dos recursos, a vazão de captação indica a capacidade dos rios de retirada de água para o abastecimento da população, proporcionando a eficiência do sistema e a sensibilização das pessoas quanto ao desperdício desse recurso.

Este indicador pode ser avaliado sob a visão ambiental, prevendo a capacidade do manancial para adequar sua retirada de água ao abastecimento, além de mostrar tendências de diminuição das vazões por algum motivo (assoreamento dos rios, coletas de água a sua montante, etc). Ao mesmo tempo, social, por prever o abastecimento eficiente da população e a sensibilização quanto ao uso da água.

O indicador fica **Vazão dos rios para a captação x Vazão de Demanda**, sendo sua avaliação proposta a seguir:

- Tendência muito desfavorável: A vazão dos rios para a captação não consegue suprir a demanda existente, prejudicando seu curso;
- Tendência desfavorável: A vazão dos rios para a captação consegue suprir a vazão de demanda, mas já está em seu limite;
- Tendência favorável: A vazão dos rios para a captação é bem maior que a vazão exigida para a demanda, sem prejudicar o curso do rio.

#### **(4) Pontos de Lançamento de Esgoto “In Natura” nos Corpos d’Água**

A preocupação da população neste momento é a qualidade da água, evitando o lançamento de cargas poluidoras nos recursos hídricos, prejudicando as espécies aquáticas e a utilização do recurso.

Os pontos de lançamento de esgoto “in natura” nos corpos d’água podem prejudicar a dimensão ambiental, poluindo os rios e prejudicando a sobrevivência de espécies aquáticas. Também podem prejudicar a dimensão econômica, tendo que incluir processos de tratamento e então maiores custos a setores que utilizam a água como fonte de renda. Por fim, também prejudica a dimensão social, fazendo com que a população se prive da utilização do recurso para lazer, pesca, etc, não tendo acesso ao recurso água de boa qualidade.

O indicador será **Número de pontos de lançamento de esgoto “in natura” nos corpos d’água**, sendo sua avaliação:

- Tendência muito desfavorável: Existem diversos pontos de lançamento de esgoto, sem nenhum tratamento, ou poucos pontos, mas com grande carga poluidora;
- Tendência desfavorável: Existem poucos pontos com lançamento de esgoto, e sua carga poluidora não é significativa;
- Tendência favorável: Não existem pontos de lançamento de esgoto “in natura”.

### **(5) Perdas de Água no Sistema**

As perdas de água são bastante significativas, podendo ocasionar problemas de acesso ao recurso, por um desperdício que poderia ser sanado. As perdas de água no sistema podem estar inclusas na dimensão ambiental, como forma de desperdício do recurso, não promovendo o uso responsável do mesmo, além de estar na dimensão econômica, que gera custos ao sistema, sem o devido aproveitamento, com o desperdício de outros recursos como energia, produtos químicos, etc.

Para esta avaliação, o indicador será **Índice de perdas de Água no Sistema**, com a seguinte análise:

- Tendência muito desfavorável: o índice de perdas pelo sistema é superior a 30%;
- Tendência desfavorável: o índice de perdas pelo sistema se encontra entre 15% a 30%;
- Tendência favorável: o índice de perdas pelo sistema menor que 15%.

### **(6) Freqüência de Limpeza de Caixas d'Água Residenciais**

O grupo percebeu a grande importância da colaboração da população na questão da qualidade da água, fazendo esta relação com a freqüência de limpeza das caixas d'água.

O sistema de abastecimento de água fornece à população água de boa qualidade, respeitando os padrões de potabilidade. Porém, se o morador não



limpar sua caixa d'água com frequência poderá estar utilizando uma água contaminada por diversos fatores externos, como presença de animais dentro da caixa d'água, impurezas, fungos, etc.

Para isso, o grupo concordou em utilizar um indicador que pudesse avaliar a sensibilização da população na utilização do recurso, precavendo-se de diversos problemas causados pelo próprio usuário.

Neste caso, foi escolhido o indicador **Frequência de limpeza de caixas d'água residenciais**, com o intuito de analisar a questão cultural (com a avaliação do hábito ou não da limpeza), social (protegendo de doenças de veiculação hídrica) e econômica (com a diminuição de gastos com a saúde e o aumento de trabalhadores neste setor, gerando novos postos de trabalho). Sua avaliação será:

- Tendência muito desfavorável: os moradores nunca limpam sua caixa d'água;
- Tendência desfavorável: os moradores não limpam sua caixa d'água com frequência;
- Tendência favorável: os moradores limpam frequentemente sua caixa d'água, pelo menos duas vezes ao ano.

## **(7) Doenças de Veiculação Hídrica**

O grupo estabeleceu que outra forma de analisar a qualidade da água que a população utiliza, é verificar o número de casos de doenças de veiculação hídrica registrado nos hospitais e postos de saúde.

Este indicador pode apresentar-se relacionado em três dimensões de acordo com os participantes. A primeira, a dimensão ambiental, pode demonstrar a qualidade da água dos rios que são captadas para irrigação de hortaliças, entre outros usos, causando doenças à população.

A segunda dimensão é a econômica, que tem gastos maiores com a saúde da população por não oferecer água de boa qualidade ou não promover a coleta de esgoto.

A terceira vertente, a dimensão social, dando acesso à população a um serviço ineficiente e prejudicial à saúde pública. Para isso, o indicador

analisado foi **Número de casos de doenças de veiculação hídrica**, e sua avaliação é:

- Tendência muito desfavorável: existe um número muito grande da população sofrendo de doenças de veiculação hídrica, inclusive causando óbitos;
- Tendência desfavorável: existe um número pequeno de casos de doenças de veiculação hídrica, mas ainda significativo;
- Tendência favorável: não existem casos de doenças de veiculação hídrica no município.

### **(8) Número de vazamentos de esgoto**

Para este indicador podemos analisar três dimensões de sustentabilidade. A primeira, na questão ambiental, o número de vazamentos: pode prejudicar o solo e o lençol freático, contaminando-os e impossibilitando o seu uso.

Segundo, a dimensão econômica. Para evitar os vazamentos são gerados empregos através do conserto e troca de redes, desentupimento de redes, etc. Também gera gastos para o sistema e seu usuário, que deverá tomar medidas para o conserto dos vazamentos.

Além disso, a dimensão social também está inclusa neste indicador que apresenta diversos problemas de acesso à coleta do esgoto, além de trazer inconvenientes de sujeira e mau cheiro para os usuários.

O indicador a ser analisado é **Número de vazamentos de esgoto**, que deve ser avaliado da seguinte forma:

- Tendência muito desfavorável: existe um grande número de ocorrências de vazamento de esgoto detectadas;
- Tendência desfavorável: existe um número pequeno porém significativo de ocorrências de vazamento de esgoto;
- Tendência favorável: existe um número insignificante de ocorrências de vazamento de esgoto.

### **(9) Existência de Conselho de Gestão dos Recursos Hídricos**

Este indicador foi proposto posteriormente pelo grupo para contemplar a dimensão política da sustentabilidade, já que nenhum dos indicadores escolhidos foi considerado adequado para esta dimensão. Com este indicador, a população local, através da presença de um órgão, pode participar e avaliar os sistemas de gestão dos recursos hídricos, tendo acesso a informações e promovendo a cidadania.

O indicador estabelecido foi **Existência de conselho de gestão dos recursos hídricos**, sendo sua avaliação determinada por:

- Tendência muito desfavorável: não existe nenhum conselho relacionado aos recursos hídricos;
- Tendência desfavorável: existe conselho relacionado aos recursos hídricos, porém a população não tem acesso a ele;
- Tendência favorável: existe conselho relacionado aos recursos hídricos com acesso à população.

### **(10) Número de Desconformidades com o Padrão de Potabilidade**

Este foi outro indicador estabelecido além dos indicadores analisados e pré-selecionados. Por consenso do grupo, este indicador deve ser também analisado por possuir informações importantes à população.

Relacionado à qualidade da água que é distribuída à população, este indicador não foi adequado pelos participantes do grupo a nenhuma dimensão, porém, este não deve ser desconsiderado.

Para isso foi proposto o indicador **Desconformidades da água segundo os padrões de potabilidade**, sendo sua avaliação estabelecida da seguinte forma:

- Tendência muito desfavorável: os resultados das análises estão freqüentemente desconformes com o padrão de potabilidade;

- Tendência desfavorável: poucos resultados de análises estão desconformes com o padrão de potabilidade;
- Tendência favorável: os resultados das análises estão dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos.

#### **(11) Número de Desconformidades com o Enquadramento dos Corpos Hídricos**

Outro indicador proposto pela comunidade, as desconformidades com o enquadramento dos corpos hídricos, visa avaliar a qualidade da água nos rios.

Este indicador também não foi adequado à nenhuma dimensão neste momento, mas deve ser analisado pelo grupo por possuir importante informação sobre a qualidade dos rios na captação e no lançamento dos esgotos do município.

Para isso, o indicador foi adequado para **Desconformidades com o enquadramento dos corpos hídricos**, não importando o número de desconformidades, mas sim sua existência. Foi avaliado da seguinte forma:

- Tendência muito desfavorável: as análises estão freqüentemente desconformes com o enquadramento dos corpos hídricos;
- Tendência desfavorável: poucas análises estão desconformes com o enquadramento dos corpos hídricos;
- Tendência favorável: as análises estão freqüentemente dentro do enquadramento dos corpos hídricos estabelecidos.

#### **(12) Quantidade de Produtos Químicos Utilizados no Tratamento de Água**

Mais um indicador proposto após a adequação dos indicadores, e que o grupo constatou ser relevante a sua análise foi a utilização de produtos químicos no tratamento da água.

Através deste indicador, pode ser observada a qualidade da água que está sendo captada através do aumento ou da diminuição da quantidade de produtos químicos utilizados para o tratamento da água.

Para isso, foi proposto o indicador **Quantidade de produto químico utilizado no tratamento/ 1000 m<sup>3</sup> de água tratada**, podendo-se observar desta forma se a quantidade de produtos químicos aumenta para a mesma quantidade de água tratada, o que é sinal de piores condições na água captada. Sua avaliação será:

- Tendência muito desfavorável: a quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento de 1000 m<sup>3</sup> de água aumenta freqüentemente;
- Tendência desfavorável: a quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento de 1000 m<sup>3</sup> de água se mantém estável;
- Tendência favorável: a quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento de 1000 m<sup>3</sup> de água está diminuindo.

### **(13) Abordagem do Tema Água no Ensino**

Como último indicador escolhido, surge na discussão do grupo a sensibilização da população através do ensino. Este indicador, ainda não adequado a nenhuma dimensão pelo grupo, mostra a informação proposta à população e avalia a sensibilização da mesma.

Para isso, foi proposto o indicador que pudesse avaliar não somente o ensino nas escolas de primeiro e segundo grau, mas também a educação de pessoas que não freqüentam mais a escola, através de seminários, campanhas educativas e de sensibilização.

Para isso, o indicador foi ajustado para **Abordagem do tema água no ensino de forma ampla**, sendo sua avaliação realizada da seguinte forma:

- Tendência muito desfavorável: não existe qualquer forma de abordagem do tema água em nenhuma forma de ensino;
- Tendência desfavorável: existe a abordagem do tema água apenas em escolas de primeiro e segundo grau;
- Tendência favorável: existe a abordagem do tema água de forma ampla, contemplando toda a população.

O Quadro 4.13 apresenta um resumo dos indicadores obtidos neste método, e a sugestão de tendência à sustentabilidade a serem avaliadas.

**Quadro 4.13: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo a Comunidade de Jaboticabal**

<b>Dimensão</b>	<b>Caracterização</b>	<b>Indicador</b>	<b>Proposta de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiental;</li> <li>• Econômica;</li> <li>• Social;</li> <li>• Cultural.</li> </ul>	<b>Consumo de água</b>	Consumo de água per capita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: o consumo per capita é maior que a média <math>X \text{ m}^3/\text{hab.dia}</math>, estabelecida para este município;</li> <li>• desfavorável: o consumo per capita é praticamente igualado à média <math>X \text{ m}^3/\text{hab.dia}</math>, estabelecida para este município;</li> <li>• favorável: o consumo per capita está abaixo da média <math>X \text{ m}^3/\text{hab.dia}</math>, e acima do mínimo <math>Y \text{ m}^3/\text{hab.dia}</math>, estabelecida para este município.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Econômica;</li> <li>• Social.</li> </ul>	<b>Falta de água nas residências</b>	Número de reclamações de falta de água nas residências	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: existe um número significativo de reclamações de falta de água nas residências;</li> <li>• desfavorável: existem, ainda que em pequeno número, reclamações de falta de água nas residências;</li> <li>• favorável: não existem reclamações de falta de água nas residências.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiental;</li> <li>• Social.</li> </ul>	<b>Vazão dos rios para a captação</b>	Vazão dos rios para a captação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendência muito desfavorável: A vazão dos rios para a captação não consegue suprir a demanda existente, prejudicando seu curso; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendência desfavorável: A vazão dos rios para a captação consegue suprir a vazão de demanda, mas já está em seu limite;</li> <li>• Tendência favorável: A vazão dos rios para a captação é bem maior que a vazão exigida para a demanda, sem prejudicar o curso do rio.</li> </ul> </li> </ul>

**Quadro 4.13: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo a Comunidade de Jaboticabal (cont.)**

<b>Dimensão</b>	<b>Caracterização</b>	<b>Indicador</b>	<b>Proposta de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiental;</li> <li>• Econômica;</li> <li>• Social.</li> </ul>	<b>Lançamento de esgoto “in natura” nos corpos d’água</b>	Número de pontos de lançamento de esgoto “in natura” nos corpos d’água	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: existem diversos pontos de lançamento de esgoto, sem nenhum tratamento, ou poucos pontos, mas com grande carga poluidora;</li> <li>• desfavorável: existem poucos pontos com lançamento de esgoto, e sua carga poluidora não é significativa;</li> <li>• favorável: não existem pontos de lançamento de esgoto “in natura”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiental;</li> <li>• Econômica.</li> </ul>	<b>Perdas de água</b>	Índice de perdas de água no sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: o índice de perdas pelo sistema é superior a 30%;</li> <li>• desfavorável: o índice de perdas pelo sistema se encontra entre 15% a 30%;</li> <li>• favorável: o índice de perdas pelo sistema é menor que 15%.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Econômica;</li> <li>• Social;</li> <li>• Cultural.</li> </ul>	<b>Limpeza de caixa d’água</b>	Frequência de limpeza de caixas d’água residenciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: os moradores nunca limpam sua caixa d’água;</li> <li>• desfavorável: os moradores não limpam sua caixa d’água com frequência;</li> <li>• favorável: os moradores limpam freqüentemente sua caixa d’água, pelo menos duas vezes ao ano.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiental,</li> <li>• Econômica,</li> <li>• Social.</li> </ul>	<b>Vazamentos de Esgoto</b>	Número de vazamentos de Esgoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: existe um grande nº de ocorrências de vazamentos de esgoto detectadas.</li> <li>• desfavorável: existe um nº pequeno, mas significativo de ocorrências de vazamento de esgoto</li> <li>• favorável: existe um nº insignificante de ocorrências de vazamento de esgoto.</li> </ul>



**Quadro 4.13: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo a Comunidade de Jaboticabal (cont.)**

<b>Dimensão</b>	<b>Caracterização</b>	<b>Indicador</b>	<b>Proposta de Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiental;</li> <li>• Econômica;</li> <li>• Social.</li> </ul>	<b>Doenças de veiculação hídrica</b>	Número de casos de doenças de veiculação hídrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: existe um número muito grande da população sofrendo de doenças de veiculação hídrica, inclusive causando óbitos;</li> <li>• desfavorável: existe um número pequeno de casos de doenças de veiculação hídrica, mas ainda significativo;</li> <li>• favorável: não existem casos de doenças de veiculação hídrica no município.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política</li> </ul>	<b>Conselho de gestão de recursos hídricos</b>	Existência de conselho de gestão de recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: não existe nenhum conselho relacionado aos recursos hídricos;</li> <li>• desfavorável: existe conselho relacionado aos recursos hídricos, porém a população não tem acesso a ele;</li> <li>• favorável: existe conselho relacionado aos recursos hídricos com acesso à população.</li> </ul>
Não foi identificado	<b>Desconformidades com o padrão de potabilidade</b>	Desconformidades da água segundo os padrões de potabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: as análises estão freqüentemente desconformes com o padrão de potabilidade;</li> <li>• desfavorável: poucas análises estão desconformes com o padrão de potabilidade;</li> <li>• favorável: as análises estão freqüentemente dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos.</li> </ul>

**Quadro 4.13: Identificação e Avaliação dos Indicadores Segundo a Comunidade de Jaboticabal (cont.)**

<b>Dimensão</b>	<b>Caracterização</b>	<b>Indicador Técnico</b>	<b>Proposta de Avaliação</b>
Não foi identificado	<b>Desconformidades com o enquadramento dos corpos hídricos</b>	Desconformidades com o enquadramento dos corpos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: as análises estão freqüentemente desconformes com o enquadramento dos corpos hídricos;</li> <li>• desfavorável: poucas análises estão desconformes com o enquadramento dos corpos hídricos;</li> <li>• favorável: as análises estão freqüentemente dentro do enquadramento dos corpos hídricos estabelecidos.</li> </ul>
Não foi identificado	<b>Produtos químicos utilizados no tratamento da água captada</b>	Quantidade de produto químico utilizado no tratamento/ 1000 m <sup>3</sup> de água tratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: a quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento de 1000 m<sup>3</sup> de água aumenta freqüentemente;</li> <li>• desfavorável: a quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento de 1000 m<sup>3</sup> de água se mantém estável;</li> <li>• favorável: a quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento de 1000 m<sup>3</sup> de água está diminuindo.</li> </ul>
Não foi identificado	<b>Abordagem do tema água no ensino de forma ampla</b>	Abordagem do tema água no ensino de forma ampla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muito desfavorável: não existe qualquer forma de abordagem do tema água em nenhuma forma de ensino;</li> <li>• desfavorável: existe a abordagem do tema água apenas em escolas de primeiro e segundo grau;</li> <li>• Favorável: existe a abordagem do tema água de forma ampla, contemplando toda a população.</li> </ul>



## **5 APLICAÇÃO DE INDICADORES EM JABOTICABAL**

### **5.1 Características dos Sistemas Urbanos de Água e Esgoto do Município**

Jaboticabal está localizada na região noroeste do Estado de São Paulo, na Bacia do rio Moji-Guaçu, próximo a Ribeirão Preto e distante 308 quilômetros da capital do Estado de São Paulo.

No município as atividades econômicas estão relacionadas à área agrícola com o cultivo de cana-de-açúcar, amendoim e atividades pecuárias. Além disso, podem-se encontrar algumas indústrias ligadas à cerâmica e a produtos alimentícios.

O município possui uma área de 708,6 km<sup>2</sup> no total, onde a área urbana ocupa aproximadamente 5,5% desta área, composta pela sede do município e dois distritos: Córrego Rico e Luzitânia. No perímetro urbano concentram-se cerca de 93% da população do total de 67.408 habitantes (IBGE, 2002), o que resulta em uma demanda de serviços de infra-estrutura.

Os Sistemas Urbanos de Água e Esgoto do município de Jaboticabal são administrados a partir de uma autarquia pública da Prefeitura Municipal, denominada SAAEJ – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal – que vem desenvolvendo diversos serviços relacionados a estes sistemas.

O SAAEJ é responsável pelo abastecimento de água e coleta de esgoto, além de questões relacionadas aos resíduos sólidos e gestão ambiental. No mandato entre 1997-2000, foi criada a marca “Saneamento Ambiental Integrado”, que vem ocasionando diversas modificações nestes sistemas. Porém, para este trabalho serão abordados apenas os sistemas urbanos de água e esgoto, mostrando suas características dentro do município.

### **5.1.1 O Sistema de Abastecimento de Água**

O Sistema de Abastecimento de Água do município de Jaboticabal é composto pelas seguintes fases:

- Captação;
- Elevatória de água bruta;
- Estação de Tratamento (coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, correção de pH);
- Elevatórias de água tratada;
- Reservatórios;
- Rede de distribuição.

A Captação é feita a partir de mananciais superficiais e subterrâneos, sendo que 70 % da água captada são de origem superficial (Córrego Rico). O restante da captação é feito por meio de poços profundos.

No tratamento, do tipo completo ou convencional, o produto químico utilizado como coagulante tem sido o sulfato de alumínio. Para monitoramento da qualidade de água, são realizadas análises em intervalos de duas horas. Após todas as etapas do tratamento, a água tratada é encaminhada aos reservatórios (que totalizam 26 unidades) e distribuída à população. Amostras da água distribuída são coletadas em diversos pontos da cidade (cavaletes de entrada das residências), para a avaliação de suas características.

O sistema de distribuição de água possui uma extensão de aproximadamente 240 km de rede, abastecendo cerca de 23.500 ligações. A população atendida com abastecimento de água é de aproximadamente 100% , sendo que o volume de captação mensal está em torno de 580 mil metros cúbicos.

### **5.1.2 O Sistema de Esgotamento Sanitário**

O sistema de esgotamento sanitário local possui uma extensão de 190 quilômetros de rede coletora, sendo que aproximadamente 95% da população é atendida por ela.

O total de esgoto gerado pela sede do município é encaminhado para duas redes de interceptores com 10 e 8,5 quilômetros de extensão. A obra foi iniciada em 1993 com parceria entre SAAEJ, Prefeitura Municipal e CETESB, com o intuito de despoluir os córregos que passam pela área urbana.

Além disso, é prevista a construção de 3 quilômetros de emissários que encaminharão o esgoto a uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), utilizando a tecnologia de Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e Lagoas Facultativas, que será construída em breve no município.

Atualmente, Jaboticabal trata apenas cerca de 5% do seu esgoto com duas pequenas estações de tratamento localizadas em seus dois distritos. A primeira, localizada em Luzitânia é composta por duas lagoas facultativas, em funcionamento desde 1999, e promove uma eficiência de 80% de tratamento de efluentes dos habitantes do distrito.

A segunda está localizada no distrito de Córrego Rico e é composta por: tanques sépticos, filtros anaeróbios e conjuntos de cloração. Está em funcionamento desde 1996 e prevê o tratamento por um período de mais 20 anos.

O sistema ainda se encontra incompleto, por não possuir sua totalidade em tratamento dos esgotos do município, lançando os seus efluentes no Córrego Jaboticabal.

## **5.2 Aplicação dos Indicadores ao Município**

Os indicadores propostos no Capítulo 4 foram objeto de um exercício de aplicação em Jaboticabal, a partir de dados aí coletados. Os resultados são apresentados a seguir, divididos segundo os dois métodos de escolha, a restrita e a ampliada.

### **5.2.1 Indicadores Propostos na Escolha Restrita**

#### **(1) População atendida por SAA e SES**

Os sistemas de água e esgoto de Jaboticabal, administrados por uma autarquia municipal (SAAEJ) conseguem atender à grande maioria dos habitantes, havendo uma preocupação com tal atendimento, incluindo a qualidade do serviço. O sistema de abastecimento de água serve aproximadamente 100% da população, sendo 94,9% abastecidos com rede geral e 4,8% com poços ou nascentes (IBGE, 2002).

Embora a rede coletora de esgoto não consiga contemplar toda a população do município, (95,2% é atendida), o percentual é significativamente elevado e observa-se um investimento no sentido do seu aumento. Assim, para a análise do indicador proposto, que deve observar o atendimento à população através dos dois sistemas (abastecimento de água e coleta de esgoto), considerou-se tendência **favorável**.

#### **(2) Número de interrupções nos sistemas urbanos de água e esgoto**

Como foi colocado no ajuste deste indicador, as interrupções para consertos, acidentes ou obras, não seriam consideradas, sendo somente contadas as interrupções por falta de água ou de coleta de esgoto por ineficiência do sistema.

Neste caso o indicador mostra uma avaliação **favorável**, sendo que nos anos de 2001 e 2002, não houve reclamações a este respeito. Apenas foram interrompidas redes que precisavam de obras, sendo que o abastecimento de

água e a coleta de esgoto foram garantidos à população que possui acesso a tais serviços.

### **(3) Índice geral de qualidade de água**

O Índice Geral de Qualidade de Água (IGQA), possui diversos parâmetros de análise. No caso de Jaboticabal, estes parâmetros não estão sistematizados e disponíveis para a mensuração do indicador.

Assim, o mesmo não pôde ser quantificado para mostrar sua tendência relativa à sustentabilidade.

Portanto, a avaliação deste indicador não será realizada neste momento por não haver dados suficientes, mas ele deve ser considerado em outros estudos que possam ser realizadas futuramente.

### **(4) Desempenho econômico dos serviços dos sistemas urbanos de água e esgoto**

Este indicador de desempenho econômico mostra a quantidade de água produzida pelos sistemas de abastecimento de água para um valor pré-definido pelo sistema. Neste caso, procurou-se utilizar um valor que pudesse ser mais claro e que não sofresse as desvalorizações da inflação. Para isso, foi proposto que o valor fosse do Salário Mínimo, estabelecendo uma relação também com o poder de pagamento da população.

Através de informações obtidas no SAAEJ, como este valor não foi sistematizado durante anos para obter uma comparação temporal, foi sistematizado o valor de Janeiro de 2003. Com esta informação, foi possível comparar a capacidade de produção com o valor do salário mínimo, atualmente R\$ 200,00 (duzentos reais).

Para cada salário mínimo é possível produzir 198 m<sup>3</sup> de água para a população. Esta quantidade produzida de água pode aumentar à medida que perdas nos sistemas forem sanadas ou novas tecnologias aplicadas, diminuindo gastos com produtos químicos, energia elétrica e outros insumos. Neste caso, o sistema está incompleto e no caso de aumento de gastos, este valor de água produzida pode diminuir. Para isso, é preciso fazer



comparações ao longo do tempo, sempre considerando as características atuais do sistema.

Neste momento, a tendência do presente indicador não será avaliada, pois seria importante uma melhor sistematização dos dados que permitam um acompanhamento do desempenho econômico ao longo do tempo.

#### **(5) Existência de investimentos em atividades de melhoria, gerando postos de trabalho.**

Para este indicador, a proposta de geração de novos postos de trabalho através de novos investimentos foi contemplada. Existe a previsão de diversos investimentos de melhoria e complementação dos sistemas urbanos de água e esgoto, que devem gerar novos postos de trabalho.

Um deles é a construção da Estação de Tratamento de Esgoto. Para isso, há alguns anos vem sendo investido em colocação de interceptores para a coleta do esgoto de toda a rede, estando agora na fase de implantação de emissários. Isso gerou vários empregos no sistema, sendo mão-de-obra própria ou terceirizada.

Além da continuação desta obra, estão previstos investimentos em obras de reforma da Estação de Tratamento de Água e perfuração de novos poços para o abastecimento da população. Como a previsão de geração de novos postos de trabalho provavelmente se estenda por mais alguns anos, este indicador mostra uma tendência **favorável** à sustentabilidade.

#### **(6) Existência de canais de participação**

Para analisar a existência de canais de participação foi possível encontrar no órgão gestor dos sistemas, serviços de atendimento à população e site da Internet com formas de interagir com os usuários.

No entanto, isto ainda não indica a participação da população na resolução de problemas e tomada de decisões. Porém, a partir do ano de 1997 a Prefeitura Municipal de Jaboticabal realiza o Orçamento Participativo, trazendo a participação da comunidade para os processos decisórios.

Além disso, no município ainda existem os conselhos municipais de Saneamento e de Meio Ambiente, que assessoram a administração do município, e que podem constituir formas de participação da população nas decisões relacionadas aos sistemas urbanos de água e esgoto.

Portanto, o indicador se mostra **favorável** à sustentabilidade, permitindo que a população possa acompanhar e participar dos processos que envolvam os sistemas aqui relacionados.

#### **(7) Existência de informações sistematizadas e disponibilizadas à população**

As informações sobre os sistemas urbanos de água e esgoto são disponibilizadas pelo órgão gestor, neste caso o SAAEJ. Existem diversas informações disponibilizadas e sistematizadas à população, porém não em sua totalidade.

As formas de disponibilizar estas informações são através das rádios locais (que possuem grande audiência pela população), além de jornais locais e folhetos distribuídos pela Prefeitura Municipal e pelo SAAEJ. Além disso, podem ser consultadas, na página Web do órgão gestor, algumas informações sobre os sistemas em questão, tais como investimentos, economia da empresa entre outros.

Portanto, o indicador se mostrou **desfavorável** à sustentabilidade, promovendo a informação da população de forma sistematizada, alertando aos problemas e soluções adotadas, mas ainda, não em sua totalidade.

#### **(8) Existência de formas de avaliação dos sistemas urbanos de água e esgoto pela população**

Neste caso, o indicador quer identificar a existência de alguma forma de avaliação da população sobre a eficiência dos sistemas urbanos de água e esgoto. Porém, em Jaboticabal não foi identificada nenhuma forma de avaliação disponibilizada à população local que pudesse ser analisada posteriormente pelo órgão gestor. Existe um centro de atendimento ao usuário

que apenas recebe as reclamações da população sem qualquer meio de avaliar se o usuário está satisfeito com o serviço disponibilizado.

Sendo assim, o indicador se mostrou **muito desfavorável** à sustentabilidade neste ítem.

### **(9.1) Consumo de água per capita**

Como este indicador deve estar relacionado a uma média de consumo “ideal” foi adotado um consumo médio de 250 L/hab.dia, utilizado por diversos especialistas como um número padrão de dimensionamento, para cidades com o clima moderado.

No caso de Jaboticabal, após ser adotado este padrão, foi realizada uma análise do total de água micromedida, ou seja, o total de água medida nos hidrômetros e cavaletes, relacionando-se com o total da população.

Este número em 2000, foi de 202 L/hab.dia, considerando médias anuais. O maior consumo deste ano foi no mês de outubro, totalizando 228 L/hab.dia. Já no ano seguinte, 2001, este consumo diminuiu para 196 L/hab.dia, sendo o mês de maior consumo o de novembro com 227 L/hab.dia. Em 2002, este número cresce novamente, chegando a 207 L/hab.dia com o mês de novembro com maior consumo totalizando 234 L/hab.dia.

Apesar de haver alguns aumentos e diminuições na média dos consumos anuais, estes ainda se encontram inferiores ao número padrão estabelecido, mostrando, portanto uma tendência **favorável** à sustentabilidade. O valor de referência adotado, entretanto, pode ser alterado para se adequar a novas situações ou exigências, podendo ser alterada a tendência observada.

### **(9.2) Índice de perdas no sistema**

As perdas no sistema de água podem se dar em diversas etapas, desde a captação até a sua distribuição. Porém, neste indicador foi analisado o índice de perdas considerando o valor de água captada e o valor de água micromedida, abrangendo todas as perdas do sistema, sem estabelecer onde estas ocorrem.

No caso de Jaboticabal, as informações foram coletadas para os últimos três anos. No ano de 2000, o índice de perdas ficou em 32% do total do volume captado. No ano seguinte, em 2001, este índice subiu para 33% deste total. Porém, algumas medidas foram tomadas pelo órgão gestor no ano de 2002, e este índice foi reduzido para 21% do total captado. A queda deste índice mostra um bom sinal, mas este indicador ainda deve ser considerado como **desfavorável**, por estar acima dos limites estabelecidos para o índice de perdas.

### **(9.3) Existência de reuso e reaproveitamento de água pelos usuários**

Este indicador aponta a sensibilização da população sobre a escassez dos recursos hídricos, utilizando formas de reutilização e reaproveitamento de águas, como da máquina de lavar roupas, pias e chuveiro para outros usos menos nobres, como no vaso sanitário, lavagem de calçadas, etc.

No entanto, estas formas de reutilização e reaproveitamento não são muito divulgadas, permanecendo as instalações hidráulicas da mesma forma, sem novas técnicas incorporadas. Em Jaboticabal, até hoje não foi identificada nenhuma forma de reuso ou reaproveitamento de água, o que torna o indicador **muito desfavorável** em relação à sustentabilidade. Porém, deve haver uma sensibilização da população para o conhecimento das novas técnicas de instalações hidráulicas, permitindo o reaproveitamento de recursos descartados.

### **(9.4) Consumo de energia elétrica pelo sistema por m<sup>3</sup> de água produzida**

O indicador escolhido para avaliar o consumo de outros recursos naturais utilizados nos sistemas urbanos de água e esgoto foi o consumo de energia elétrica. Além de este indicador mostrar um dos maiores gastos dentro de um sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, pode avaliar a diminuição da utilização deste recurso. O país sofreu no ano de 2001 e 2002 uma grande preocupação com a ausência deste recurso, promovendo a diminuição dos gastos através de medidas tomadas pelo governo federal.

No caso de Jaboticabal, o consumo de energia vem aumentando de acordo com a produção de água. No segundo semestre de 2001, o consumo médio desses seis meses para a produção de 1 m<sup>3</sup> de água era aproximadamente de 0,91 Kwh. No primeiro semestre de 2002, entre os meses de janeiro a junho, o consumo de energia para a produção de 1 m<sup>3</sup> de água subiu para 1,08 Kwh. No segundo semestre de 2002, entre os meses de julho e dezembro, este consumo passou para 1,11 Kwh para a produção de 1 m<sup>3</sup> de água.

Esta análise mostra uma tendência **muito desfavorável** em relação à sustentabilidade, demonstrando o aumento do consumo de energia para a produção de 1 m<sup>3</sup> de água, sem a inclusão de nenhum outro fator ao sistema, permanecendo incompleto.

#### **(10) IQA – Índice de Qualidade da Água (a montante da captação e a jusante do lançamento de efluentes)**

Não há informações suficientes para o cálculo do IQA, em ambos os pontos. Entretanto, sabe-se que o fato de não se ter o esgoto da cidade tratado, compromete bastante a qualidade da água no ponto de lançamento do mesmo. A montante da captação, o Córrego Rico também apresenta diversos parâmetros que estão acima do permitido. De acordo com COSTA (2002), em análises realizadas, os parâmetros que apresentavam problemas foram: cor aparente, concentração de amônia, concentração de fósforo, concentração de ferro e coliformes fecais e totais. Assim, este indicador apresentou uma tendência **muito desfavorável** em relação à sustentabilidade.

O Quadro 5.1 mostra um resumo dos resultados obtidos na aplicação feita em Jaboticabal para os indicadores definidos pela escolha restrita, com as respectivas tendências de sustentabilidade observadas.

**Quadro 5.1: Aplicação dos indicadores da escolha restrita no município de Jaboticabal**

<b>Tema</b>	<b>Indicador Técnico</b>	<b>Tendência</b>
População atendida por SAA e SES	Percentual de população atendida por SAA e SES	≈ 100% favorável
Interrupções nos sistemas urbanos de água e esgoto	Número de interrupções nos sistemas urbanos de água e esgoto	Nenhuma favorável
Qualidade de água distribuída	Índice geral de qualidade de água	Não possui dados suficientes
Desempenho econômico dos serviços dos sistemas urbanos de água e esgoto	m <sup>3</sup> de água produzida / R\$ salário mínimo (200,00)	Não possui dados suficientes
Investimentos em atividades de melhoria, gerando postos de trabalho	Existência de investimentos em atividades de melhoria, gerando postos de trabalho	Sim favorável
Canais de participação	Existência de canais de participação	Sim favorável
Informações sistematizadas e disponibilizadas	Existência de informações sistematizadas e disponibilizadas à população	Sim favorável
Formas de avaliação dos sistemas pela população	Existência de formas de avaliação dos sistemas urbanos de água e esgoto pela população	Não mto desfavorável
Consumo de água	Consumo de água per capita (l/hab.dia)	≈ 202 l/hab.dia favorável
Perdas no sistema	Percentual de perdas no sistema	≈ 21% desfavorável
Reuso e reaproveitamento de água	Existência de reuso e reaproveitamento de água	Não mto desfavorável
Consumo de energia elétrica	Consumo de energia elétrica/m <sup>3</sup> de água produzida	Aumentando nos últimos anos mto desfavorável
Qualidade de Água Bruta	Análise do IQA	Existe lançamento de esgoto mto desfavorável

## 5.2.2 Indicadores Propostos na Escolha Ampliada

Se utilizadas as formas de avaliação sugeridas no item 4.3.4, os indicadores selecionados pela escolha ampliada estariam classificados, de acordo com sua tendência à sustentabilidade, da seguinte forma:

### (1) Consumo de Água

Como este indicador já foi analisado no item 5.2.1, com a escolha restrita, adotaremos a mesma discussão, mostrando que este indicador está **favorável** à sustentabilidade, por possuir médias inferiores aos valores definidos como padrão.

### (2) Residências com falta de água

Este indicador é semelhante ao indicador da escolha restrita que analisa o número de interrupções no sistema. Neste caso, a análise é feita apenas no sistema de abastecimento de água, envolvendo residências em que ocorreram falta de água em algum momento.

Como na análise no item 5.2.1, as interrupções no sistema se dão por problemas de consertos e obras a serem realizadas, não por ineficiência ou insuficiência do sistema (por exemplo, necessidade de rodízio), mostrando, portanto, uma tendência **favorável** à sustentabilidade.

### (3) Vazão nos rios para captação

Com a análise deste indicador, é possível estabelecer como a vazão dos rios utilizados na captação de água vem se comportando, podendo prever problemas e definir metas.

Para isso, foi verificada a vazão do Córrego Rico e do Córrego Tijuco, sendo que logo após o encontro de ambos é realizada a captação da água para abastecimento. Para isso, foi feita uma análise da vazão de captação, para confrontar com a vazão disponível.

A vazão de demanda média é aproximadamente  $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ . Com a junção dos dois córregos, o Córrego Rico e o Tijuco, a vazão dos rios fica em torno de  $2,03 \text{ m}^3/\text{s}$  nas épocas de chuva e  $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$  nas épocas de seca.

No momento, a vazão dos rios ainda é compatível com a demanda de captação, sendo que os rios não sofrem com problemas de diminuição de vazão atualmente.

Portanto, o indicador mostra uma tendência **favorável**, com os mananciais apresentando características estáveis, sem a diminuição da vazão e suportando a captação para o abastecimento da população.

#### **(4) Pontos de lançamento de esgoto “in natura” nos corpos d’água**

Com a implantação dos interceptores de esgoto na área urbana, coletando todo o efluente da cidade, os pontos de lançamento de esgoto ficaram concentrados em apenas dois lugares.

O primeiro, localizado fora da área urbana, no final do interceptor, lança os efluentes de praticamente toda a cidade. Outro, localizado na área urbana, lança o efluente de um posto de combustíveis. Nenhum desses dois pontos sofre o tratamento de efluentes no momento, mas há previsão de construção da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade.

Este indicador pode apresentar uma dificuldade de interpretação, pois, embora o número de pontos de lançamento possa ser considerado baixo (apenas dois), eles são responsáveis pelo lançamento de toda a carga poluidora da área urbana.

Interpretando por este último ponto de vista, atualmente o indicador mostra uma tendência **muito desfavorável** à sustentabilidade.

#### **(5) Perdas de água**

Como este indicador já foi analisado no item 5.2.1, com a escolha restrita, a discussão é a mesma. As perdas de água no sistema estão diminuindo, porém, ainda se encontram acima do valor de referência.

Portanto, o indicador se mostra **desfavorável** à sustentabilidade por se encontrar dentro da faixa de 15% a 30% de perdas.

#### **(6) Frequência de limpeza de caixa d’água**

O objetivo deste indicador é detectar o cuidado com que a população trata a água que chega a sua casa, tomando as medidas de limpeza para manter uma boa qualidade da água.



No entanto, este indicador fica de difícil mensuração, já que esta prática não é fiscalizada ou realizada pelo órgão gestor do sistema. Para isso, seria necessária uma pesquisa numa amostra significativa dos domicílios, para se obter a frequência com que os munícipes lavam seus reservatórios domiciliares. Esta dificuldade já havia sido detectada na própria discussão do grupo quando da escolha ampliada dos indicadores.

Como esta informação não estava disponível, não é possível adequar este indicador a nenhuma tendência de sustentabilidade, ficando sem análise neste momento.

### **(7) Doenças de veiculação hídrica**

Para a abordagem da qualidade da água distribuída, o indicador que reflete a incidência de doenças causadas pela água foi escolhido pelo grupo que participou das discussões.

Para analisar este indicador, não foi possível comparar com outros anos, por falta de sistematização dos dados. Porém, a análise do ano de 2002 foi feita e pôde-se chegar a números como: aproximadamente 800 casos de diarreias e 1 caso de hepatite.

Neste caso, o indicador não mostra uma real situação, pois os casos de diarreia podem ter sido causados por outros problemas onde a água não é o principal causador.

Apesar disso, o indicador se enquadra em uma situação **desfavorável** à sustentabilidade, por possuir casos em que a água pode ser a causadora de doenças.

### **(8) Número de vazamentos de esgoto**

O número de vazamentos de esgoto mostra problemas relacionados à contaminação, prejuízos à população e ao sistema. Neste caso, este número não foi relacionado com outros anos, por falta de sistematização das informações.

Porém, para o ano de 2002, foram analisadas as ordens de serviço, sendo aproximadamente 200 ocorrências de vazamentos de esgoto por mês. Estes vazamentos acontecem principalmente por: obstrução na rede coletora, tubulação quebrada, ligações clandestinas de águas pluviais, etc.

Neste caso, o indicador mostra uma tendência **desfavorável** à sustentabilidade, por apresentar um número considerado significativo de ocorrências registradas por mês.

#### **(9) Existência de conselho de gestão de recursos hídricos**

A existência de um conselho de gestão dos recursos hídricos mostra a tendência da população em participar das questões relacionadas à utilização da água no município.

No caso do uso urbano da água, existem, em Jaboticabal, o Conselho de Saneamento, que trata de questões ligadas aos sistemas de saneamento do município, e o Conselho de Meio Ambiente, que aborda questões ligadas ao meio ambiente e o seu uso.

A presença destes conselhos indica uma tendência **favorável** à sustentabilidade, sendo que a população dispõe de formas de participar de decisões e desenvolver a dimensão política da sustentabilidade.

#### **(10) Desconformidades com o padrão de potabilidade**

Para a análise deste indicador é necessário a avaliação de diversos parâmetros encontrados na Portaria N° 1469. Para isso, a sistematização destes dados deve estar completa para a verificação do padrão exigido pela Portaria.

No caso de Jaboticabal, algumas informações não estão acessíveis, dificultando a análise dos parâmetros e a verificação da conformidade com o padrão de potabilidade.

Portanto, não foi possível fazer a análise dos parâmetros pedidos pela Portaria n° 1469 que identifica os padrões de potabilidade, não sendo identificada a tendência de sustentabilidade ao qual este indicador se refere.

#### **(11) Desconformidades com o enquadramento dos corpos hídricos**

No caso deste indicador, é possível verificar as desconformidades quanto ao enquadramento dos corpos hídricos apenas na captação. Segundo informações obtidas no SAAEJ, o córrego onde é realizada a captação de água (Córrego Rico), classificado como Classe 2 neste trecho, apresentam altas taxas de amônia e fósforo, o que o enquadraria em classes 3 ou 4.

Estas taxas são provindas de lançamento de efluentes de municípios vizinhos, propriedades agrícolas que utilizam fertilizantes e agrotóxicos e criação de animais sem a devida preocupação em evitar poluir os córregos.

No ponto após o lançamento de efluentes pelo próprio município o córrego é classificado como Classe 4, podendo haver lançamentos de esgoto com algumas restrições.

Porém, são freqüentes as desconformidades com o enquadramento dos córregos na captação, o que já é motivo para adequar o indicador à uma tendência **muito desfavorável** à sustentabilidade, provocando problemas aos usuários e ao órgão gestor.

### **(12) Quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento**

Para a análise deste indicador foi estabelecida uma relação com a quantidade de água tratada. Para facilitar o entendimento, foi proposta a quantidade de produtos químicos para cada 1000m<sup>3</sup> de água tratada.

No ano de 2001, este índice foi aproximadamente 29,6 Kg de sulfato de alumínio para cada 1000 m<sup>3</sup> de água tratada. No ano de 2002, este número subiu para uma média de 37,25 Kg de sulfato de alumínio utilizado para o tratamento de 1000 m<sup>3</sup> de água.

Isso significa que a utilização de produtos químicos está aumentando, porque a necessidade de tratamento também vem aumentando. As águas vêm sofrendo com cargas poluidoras que requerem um tratamento com maiores dosagens de produtos químicos.

Neste caso, a tendência à sustentabilidade se mostra **muito desfavorável**, pois além de indicar uma forte preocupação com a questão ambiental, ainda mostra os gastos do sistema, prejudicando os usuários.

### **(13) Abordagem do tema água no ensino**

Este indicador surge para informar a conscientização da população quanto às questões relacionadas ao tema água. Para isso, a análise propõe a abordagem do tema água nas diferentes formas de ensino, tanto nas escolas como seminários abertos à população, campanhas educativas, entre outros.

Através da análise deste indicador, foi possível mostrar que grande parte das escolas de primeiro e segundo grau utiliza o tema água em aulas de

ciências e biologia. Outras, além dessas disciplinas, possuem educação ambiental em seu currículo, o que torna ainda mais favorável.

Além das escolas, a ocorrência de seminários ligados à gestão de recursos hídricos, realizados anualmente e abertos à população, torna possível a sensibilização dos usuários da água. Outras campanhas também são bastante difundidas entre a comunidade, tratando do desperdício, ligações clandestinas, poluição, entre outros.

Portanto, este indicador mostra uma tendência **favorável** à sustentabilidade, possibilitando à população a sensibilização e conscientização dos direitos e deveres ligados ao tema água.

O Quadro 5.2 mostra um resumo dos resultados obtidos na aplicação feita em Jaboticabal para os indicadores definidos pela escolha ampliada, com as respectivas tendências de sustentabilidade observadas.

**Quadro 5.2: Aplicação dos indicadores da escolha ampliada ao município de Jaboticabal**

<b>Tema</b>	<b>Indicador Técnico</b>	<b>Tendência</b>
Consumo de água	Consumo de água per capita (L/hab.dia)	≈ 202 L/hab.dia favorável
Residências com falta de água	Número de interrupções nos sistemas urbanos de água e esgoto	Nenhuma favorável
Vazão dos rios para a captação	Vazão dos rios para captação x vazão de demanda	≈ 20 % da vazão mínima favorável
Pontos de lançamento de esgoto “in natura”	Número de pontos de lançamento de esgoto “in natura” e carga poluidora	2 pontos -todo o efluente município muito desfavorável
Perdas de água no sistema	Percentual de perdas no sistema	≈ 21% desfavorável
Limpeza de caixas d’água residenciais	Frequência de limpeza de caixas d’água residenciais	Não possui dados suficientes
Doenças de veiculação hídrica	Número de casos de doenças de veiculação hídrica	≈800 casos diarreia desfavorável
Vazamentos de esgoto	Número de vazamentos de esgoto	≈200 pontos/mês desfavorável
Conselho de gestão de recursos hídricos	Existência de Conselho de gestão de recursos hídricos	Sim favorável
Desconformidades com o padrão de potabilidade	Desconformidades com o padrão de potabilidade	Não possui dados suficientes
Desconformidade com o enquadramento de corpos d’água	Desconformidade com o enquadramento de corpos d’água	Freqüentemente desconfirme muito desfavorável
Quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento de água	Quantidade de produtos químicos utilizados para cada 1000 m <sup>3</sup> de água tratada	Aumentando nos últimos anos muito desfavorável
Abordagem do tema água no ensino	Abordagem do tema água no ensino de forma ampla	Sim favorável

### **5.3 Discussão**

De acordo com as avaliações realizadas no item 5.2, a aplicação das tendências aos indicadores mostra alguns indicadores favoráveis à sustentabilidade.

Pode-se perceber que o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal (SAAEJ) vem promovendo diversos programas e projetos de melhoria dentro do sistema, entre eles, diversas campanhas de uso racional da água, de diminuição de ligações clandestinas, de gestão dos recursos hídricos, entre outros.

Um ponto bastante favorável é o abastecimento de água da totalidade da população e a coleta de esgoto de quase todo o município. Já que o país sofre com a falta de saneamento básico, isso diminui uma das preocupações com a dimensão social. Além disso, as interrupções presentes no sistema não ocorrem frequentemente, sendo apenas aquelas programadas para a execução de obras ou serviços.

Porém fatores desfavoráveis ou muito desfavoráveis ainda estão presentes nos sistemas urbanos de água e esgoto do município. O principal, que acarreta outras situações desfavoráveis é a qualidade da água captada e o lançamento de esgoto in natura nos córregos.

Por ocorrerem vários lançamentos de efluentes a montante da captação, o consumo de produtos químicos e de energia para promover o tratamento da água tem aumentado. Neste caso, a responsabilidade não é apenas do município, e sim de toda a região ou micro bacia do Córrego Rico, que vem utilizando os córregos como corpos receptores. Assim, a política a ser adotada deverá ser discutida e aplicada em âmbito regional.

Mas Jaboticabal ainda colabora para a poluição, lançando todo o esgoto do município no córrego sem nenhum tratamento. Apesar do córrego de lançamento ser classificado como Classe 4, o sistema contribui para a degradação do mesmo.

Porém, medidas já estão sendo tomadas, prevendo a construção da Estação de Tratamento de Esgoto para o próximo ano, realizando o tratamento

de 100% do esgoto do município, o que contribui para a melhoria dos córregos e da qualidade de vida da população.

Outro aspecto relacionado ao esgoto é a quantidade de vazamentos encontrados no município, que pode causar a poluição do solo ou de lençóis de água subterrâneos. Por se tratar de um número significativo, a preocupação é analisar a procedência e a localização dos mesmos.

No caso das perdas de água que acontecem no sistema, ainda é presente uma porcentagem significativa, ao qual contribui para o desperdício do recurso, o que causa um comportamento inverso ao conceito da sustentabilidade.

Outro fator bastante importante é a contribuição da população na avaliação dos serviços prestados e da conscientização dos problemas. Este fator ainda não está incorporado na gestão dos sistemas, trazendo alguns prejuízos como a falta de sistematização das informações para a população e a sua posterior avaliação.

Portanto, esta análise dos indicadores propostos neste trabalho podem servir como orientação para políticas públicas que venham a corrigir as situações detectadas como desfavoráveis ou muito desfavoráveis, e ao mesmo tempo manter aquelas consideradas como favoráveis à sustentabilidade.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento do presente trabalho, que procurou estabelecer princípios e indicadores de sustentabilidade para sistemas urbanos de água e esgoto, permitiu chegar-se a algumas conclusões, que podem ser agrupadas segundo alguns aspectos.

Com relação ao recurso “Água” e ao conceito de Sustentabilidade, foi observado que:

- A água possui uma forte relação com a sustentabilidade, devido à sua escassez, aos impactos ambientais e ao seu significado sócio-econômico. Deve-se melhorar sua utilização, buscando sempre uma tendência favorável à sustentabilidade, promovendo programas que possam transmitir a sensibilização do problema à população.
- Por possuir uma relação direta com o dia-a-dia da população, a discussão do tema água atraiu diversos participantes de diferentes setores da sociedade. Desta forma, pode ser um bom tema para introduzir uma discussão mais ampla sobre os diversos aspectos relacionados à sustentabilidade.

Quanto aos métodos aplicados para a escolha dos indicadores de sustentabilidade, tem-se que:

- A matriz de escolha com um número grande de critérios mostrou-se pouco eficiente, já que, além de bastante trabalhosa, ocasionou vários “empates” entre diferentes indicadores. Neste caso, a matriz foi mais útil para a exclusão daqueles indicadores que obtiveram pontuação baixa na aplicação dos critérios.
- Apesar de ter sido adotado um número de critérios diferentes nos dois métodos de escolha (14 na restrita e 5 na ampliada), e mesmo com a aplicação de pesos diferentes, o problema do “empate” entre vários indicadores se manteve, dificultando a escolha.



- Na comparação entre os dois métodos de escolha, percebeu-se que vários indicadores escolhidos foram comuns a ambos, e que vários outros, apesar de não serem iguais, mostravam o monitoramento de uma mesma variável.
- É possível a realização de processos participativos na escolha de indicadores de sustentabilidade, desde que os conceitos de sustentabilidade sejam incorporados pelos participantes.

Com relação aos indicadores escolhidos:

- A adaptação de princípios específicos de sustentabilidade para os sistemas urbanos de água e esgoto resultou em um conjunto de indicadores diversificado e muito satisfatório, abrangendo todas as dimensões consideradas.
- Com o auxílio dos indicadores foi possível uma percepção da situação dos sistemas urbanos de água e esgoto, o que pode ajudar na criação e manutenção de políticas públicas relacionadas a esses sistemas.
- Todos os indicadores devem ser adaptados à realidade local, pois apesar de possuir proximidades com experiências realizadas em outras localidades, devem estar de acordo com o meio físico, biológico, cultural e político do lugar onde será aplicado.
- O indicador proposto no princípio de “Prevenção, Mitigação e Compensação de Impactos” se mostrou pouco eficiente para o seu monitoramento. O IQA, que foi escolhido para este caso, mostra apenas questões relacionadas à qualidade da água, sem a preocupação com outros fatores como a quantidade disponível, o assoreamento, o mau cheiro, entre outros, relacionados também à qualidade da água bruta e que não puderam ser monitorados neste momento.

Algumas limitações do presente trabalho devem ser destacadas:

- A falta de algumas informações, que não são freqüentemente sistematizadas, prejudicou a mensuração de alguns indicadores,

podendo ocultar problemas que poderiam ser detectados a partir dos mesmos.

- Na escolha ampliada, a discussão da forma de avaliação dos indicadores não chegou a ser feita de forma participativa, o que deverá ocorrer num momento futuro; assim, as tendências apresentadas neste trabalho são apenas sugestões a serem validadas ou alteradas coletivamente.

Este trabalho ainda apresenta diversas formas de desdobramentos, podendo-se recomendar:

- A aplicação dos indicadores de sustentabilidade em diferentes segmentos, como educação, transportes, saúde, emprego, etc, verificando sua adaptação e sua eficácia;
- A aplicação do método de escolha ampliada em outros municípios permitindo comparações entre os indicadores escolhidos e sua capacidade de adaptação;
- A aplicação dos indicadores escolhidos em diferentes municípios permitindo a comparação entre diferentes níveis de sustentabilidade;
- O desenvolvimento de políticas públicas em relação aos sistemas urbanos de água e esgoto, e de políticas regionais ou em nível de bacia ou micro bacia, relacionadas à utilização de recursos hídricos, que levem em conta a sustentabilidade.

## 7 BIBLIOGRAFIA

ALEMANHA – AGÊNCIA FEDERAL DE MEIO AMBIENTE. **Sustainable Germany – towards an environmentally sound development**. Berlim. 1997. 239p.

ALEMANHA – MINISTÉRIO FEDERAL DE MEIO AMBIENTE, CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E SEGURANÇA NUCLEAR. **Reporto n the environment (abstract)**. Bonn. 1998. 69p.

AZAR, C.; HOLMBERG, J.; LINDGREN, K. **Social-Ecological Indicators for Sustainability**. Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 1996. 18: 89-112.

BASTEMEIJER, T.; WEGELIN, M. & BRIKKE, F. **Sustainable Urban Water Management Strategies: mathing long-term strategy with short-term investment programmes and performance with equity**. URL: <http://www.cwra.org/practism>, consultado em: 13/11/2001

BOSEL, H. **Indicators for sustainable development: theory, method, applications – a report to the Balaton Group**. Manitoba: International Institute for Sustainable Development, 1999. 124p.

BURTON, J. M. **Sustainable waste management – a case study from the UK waste industry**. Water Science e Tchnology, 1998. v. 38, p. 51-58.

CAVALCANTI, C. (org) **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez: Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1999. 2º edição.

CBCS - CONFERÊNCIA DE BERLIM SOBRE CIDADES SUSTENTÁVEIS. **A declaração de Berlim**. URL:

[http://www.gcsnet.com.br/oamis/civitas/ci\\_index.html](http://www.gcsnet.com.br/oamis/civitas/ci_index.html), consultado em: 25/10/2001

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Opções para tratamento de esgotos de pequenas comunidades**. São Paulo, 1988.

\_\_\_\_\_ **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo**. São Paulo, 1997.

\_\_\_\_\_ **Indicadores de monitoramento**. URL: [http://www.cetesb.sp.gov.br/água/rios\\_monitoramento.htm](http://www.cetesb.sp.gov.br/água/rios_monitoramento.htm), consultado em: 08/01/2002.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999

CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro, Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430p.

CNUMAD – CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Brasília: Senado Federal/SSET, 1996. 591p.

COSTA Jr., L.L.(org.) **Gestão Hídrica do Município de Jaboticabal**. Artsigner Editora, Jaboticabal, 2002.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECT AGENCY. **U.S. – México Border Environmental Indicators**. EUA, 1997 URL: <http://www.epa.gov/usmexicoborder/indic97/index.htm>, consultado em: 19/11/2001.

\_\_\_\_\_ **Environmental Management Systems**. EUA, 1997 URL: <http://www.epa.gov/ems/index.htm>

FIGUEIREDO, G. A. B. G. **Sistemas urbanos de água: avaliação de método para análise de sustentabilidade ambiental em projetos.** Dissertação de Mestrado. São Carlos, UFSCar, 2000.

GRAZIA, G. , QUEIROZ, L. L. R.F. **A sustentabilidade do modelo urbano brasileiro: um desafio.** Série Cadernos Temáticos nº 5 .Rio de Janeiro, Projeto Brasil Sustentável e Democrático: FASE/IBASE, 2001. 128p.

GRANADOS, A. J. & PETERSON, P. J. **hazardous waste indicators for national decision makers.** Journal of Environmental Management, 1999. v.55, p. 249-263.

HART ENVIRONMENTAL DATA. **Sustainable community indicators: trainers workshop.** Massachusetts: USA EPA Office of Sustainable Ecosystems and Communities & Lowell Center for Sustainable Production at the University of Massachusetts, 1998. URL: <http://www.subjectmatters.com/indicators/>, consultado em: 24/11/2001.

INSTITUTO DE PESQUISA EM GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.** São Paulo: IBGE, 2002.

KAPLAN R. S. & NORTON, D. P. **A estratégia em ação: balanced scorecard.** Rio de Janeiro: Editora Campos, 1997. 347p.

KAYANO, J. & CALDAS, E. L. **Indicadores para o diálogo.** In: CACCIA-BAVA, S. (coord.) Novos contornos da gestão local: conceitos em construção. São Paulo: Polis, 2002. 336p.

LACHMAN, B. E. **Linking sustainable community activities to pollution prevention: a sourcebook,** Rand, 1997. URL: <http://www.rand.org/>, consultado em: 24/11/2001

LUNDIN, M. **Assessment of the environmental sustainability os urban water systems,** Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden, 1999.

MICHELL, G; MAY,A.D.;McDONALD,A.T.A **methodological framework for the development of indicators of sustainable development**. In: International Journal of Sustainable Development and World Ecology,1995.

MILANEZ, B. **Resíduos Sólidos e Sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. São Carlos, UFSCar 2002. 207p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Portaria N°1469/2000 – padrões de qualidade da água para consumo**. URL: <http://www.funasa.gov.br/legis/legis00.htm>, consultado em: 17/01/2002.

NCSD – NATIONAL ASSESSMENTS FOR THE WORLD SUMMIT ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **A synthesis of common themes**. Costa Rica, 2002. 12p.

NETTO, M. A. **A distância entre ricos e pobres**.Revista Bio, 1999

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONOMICO. **Towards more sustainable house hold consumption patterns: indicators to measure progress**. Paris,1999.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Report of the United Nations Conference on human settlement (HABITAT II)**. Istambul,1996. 286p.

\_\_\_\_\_ **Rio declaration on environment and development: application and implementation report of the secretary-general**. 1997. 65p. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/isd.htm>. Acesso em: 25/07/2001.

OSBORNE D. & PLASTRIK P. **Banishing bureaucracy: the five strategies for reinventing government.** Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1997.

RADOUX, M. **O ciclo da água nos bairros populares no âmbito do projeto Comunidades.** Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do Estado do Ceará. Ceará, 1993.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir.** São Paulo, 1986

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século 21.** In: BURSZTYN, M. (org). Para pensar o desenvolvimento sustentável. São Paulo, 1994.

SCHUMACKER, E. F. **Small is Beautiful: Economics as if People Mattered** Londres: Blond and Brings, 1973.

SILVA, S. R. M. **Indicadores de sustentabilidade urbana: as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. São Carlos: UFSCar. 2000. 260p.

SUSTAINABLE SEATTLE. **Indicators of sustainable community: a status report on long term cultural, economic and environmental health of Seattle/King County.** Seattle, 1998. 73p.

TEIXEIRA, B.A.N. (coordenador) **Incorporações dos princípios e indicadores de sustentabilidade na formulação de políticas urbanas em pequenos e médios municípios** São Carlos, 1999.

TEIXEIRA, B.A.N.; SILVA, R.S. (coord.) **Urbanismo e saneamento urbano sustentáveis: desenvolvimento de métodos para análise e avaliação de projetos.** Segundo relatório. São Carlos, UFSCar, 1998.

TEIXEIRA, B.A.N.; SALVADOR, N.B.N; CORDEIRO, J.S. **Estudos para a padronização de um índice de qualidade da água para a SABESP.** Relatório N° 4 – Contrato 060/97 Sabesp. São Carlos, 1998.

TYLER NORRIS ASSOCIATES, REDEFINING PROGRESS & SUSTAINABLE SEATTLE. **The community indicators handbook – measuring progress towards healthy and sustainable communities.** Seattle: Redefinig Progress, 1997.

TRATAMENTO DE ÁGUA. **Esquema de Trat. Completo para Abastecimento de Água.** Disponível em: <http://www.tratamentodeagua.com.br>. Acesso em: 22/11/2001.

VIEIRA, P.F.; WEBER, J. **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento – Novos desafios para a pesquisa ambiental.** São Paulo, 2000.

Von SPERLING, M. **Critérios e dados para tratamento de esgotos de pequenas comunidade.** Cetesb. São Paulo, 1988.

WARREN, J. L. **How do we know what is sustainable? A retrospective and prospective view.** In: MUSCHETT, F. D. (Ed.) Principles of sustainable development. Flórida: St. Lucie Press, 1997. p. 131-149.

WCED **World Comission on Environment and Development.** Oxford: Oxford University Press, 1987.